

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-081012

(43)Date of publication of application : 31.03.1998

(51)Int.Cl.

B41J 2/045

B41J 2/055

B41J 2/205

(21)Application number : 08-237655

(71)Applicant : SEIKO EPSON CORP

(22)Date of filing : 09.09.1996

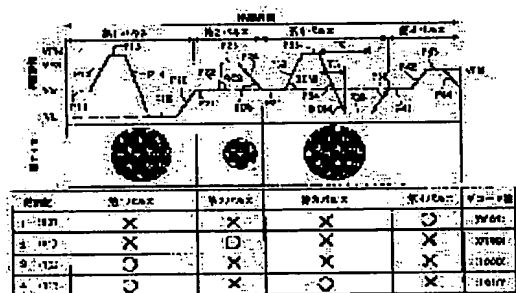
(72)Inventor : KITAHARA TSUYOSHI

## (54) DRIVE DEVICE FOR INK JET PRINTING HEAD AND DRIVING METHOD

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To realize a high grade gradation printing without lowering the printing efficiency in relation to time for printing by controlling the diameter of a recording dot variably on a recording paper.

**SOLUTION:** A drive signal to be outputted per single printing cycle is composed of a first pulse, a second pulse, a third pulse and a fourth pulse totaling four drive pulses. The first pulse and the third pulse jet an ink droplet equal to a medium-size dot. The second pulse jets an ink droplet equal to a small-size dot. The fourth pulse only gives a fine oscillation to a meniscus. The gradation value to be initially given is decoded as the 4-bit print data consisting of bit data corresponding to each of the drive pulses. Thus it is possible to properly select either one of the drive pulses or a plural number of the drive pulses, and further, perform a multigradation printing by variably controlling the diameter of recording dots on a recording paper.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

11.05.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

3264422

[Date of registration]

28.12.2001

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

**\* NOTICES \***

JPO and NCIPJ are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

[Claim(s)]

[Claim 1] By operating the pressure generating component prepared corresponding to each of two or more nozzles In the driving gear of the ink jet type print head which makes an ink droplet breathe out from said each nozzle A drive signal generation means to generate the driving signal which comes to contain two or more driving pulses for making an ink droplet breathe out, respectively, It is based on the printing data which come to contain the pulse selection signal corresponding to said each driving pulse, respectively. The driving gear of the ink jet type print head characterized by having the switching means into which any one or two or more driving pulses are made to input alternatively within 1 printing period to said pressure generating component among said each driving pulse.

[Claim 2] By operating the pressure generating component prepared corresponding to each of two or more nozzles In the driving gear of the ink jet type print head which makes an ink droplet breathe out from said each nozzle A drive signal generation means to generate the driving signal which comes to contain the 1st driving pulse, 2nd driving pulse, and 3rd driving pulse for making an ink droplet breathe out, respectively, With the pulse selection signal established respectively corresponding to said each driving pulse A printing data generation means to generate selectable printing data for any one or two or more driving pulses among said each driving pulse within 1 printing period, Based on said printing data, it has the switching means into which said driving signal is made to input to said pressure generating component. Said driving signal The 1st driving pulse for making the 1st ink droplet breathe out, and the 2nd driving pulse for making a small amount of 2nd ink droplet than said 1st ink droplet breathe out, The driving gear of the ink jet type print head characterized by being constituted including the 3rd driving pulse for making said 1st ink droplet and 3rd ink droplet of tales doses breathe out.

[Claim 3] The 1st gradation value which said printing data come [ 1st ] to combine the pulse selection signal corresponding to each driving pulse of said driving signal, respectively, and does not make an ink droplet breathe out, The 2nd gradation value which only said 2nd driving pulse is chosen [ 2nd ] and makes said 2nd ink droplet breathe out, The 3rd gradation value which either said 1st driving pulse or said 3rd driving pulse is chosen [ 3rd ], and makes either said 1st ink droplet or said 3rd ink droplet breathe out, The driving gear of an ink jet type print head according to claim 2 with which the 4th gradation value which said the 1st driving pulse and 3rd driving pulse are chosen [ 4th ], and makes said the 1st ink droplet and 3rd ink droplet breathe out is characterized by the selectable thing.

[Claim 4] Said driving signal is the driving gear of the ink jet type print head according to claim 3 characterized by an ink droplet choosing only this 4th driving pulse as extent which does not carry out the regurgitation with the 1st gradation value with said selectable printing data including the 4th driving pulse which operates said pressure generating component.

[Claim 5] The driving gear of the ink jet type print head according to claim 2 to 4 characterized by setting the period between said 1st driving pulse and said 3rd driving pulse as the maximum drive period of a print head.

[Claim 6] Said the 1st driving pulse and 3rd driving pulse The 1st power surge wave which goes up from middle potential to the 1st maximum potential, and the 1st maximum potential maintenance wave which maintains said 1st maximum potential, The 1st electrical-potential-difference downward wave which descends from said 1st maximum potential to the minimum potential, It has the minimum potential maintenance wave which maintains said minimum potential, and the middle potential return wave which returns to said middle potential from said minimum potential, and is constituted, respectively. Said 2nd driving pulse The 2nd power surge wave which goes up from middle potential to the 2nd maximum potential smaller than said 1st maximum potential, The driving gear of the ink jet type print head according to claim 2 to 5 characterized by having the 2nd maximum potential maintenance wave which maintains said 2nd maximum potential, and the 2nd electrical-potential-difference downward wave which descends from said 2nd maximum potential to middle potential, and being constituted.

[Claim 7] The electrical-potential-difference inclination in said 1st electrical-potential-difference downward wave is the driving gear of the ink jet type print head according to claim 6 characterized by being larger than the electrical-potential-difference inclination in said 1st power surge wave.

[Claim 8] The voltage drop time amount in said 1st electrical-potential-difference downward wave is the driving gear of the ink jet type print head according to claim 6 or 7 characterized by being set as the proper oscillation period and abbreviation identitas of said pressure generating component, and setting said time amount to initiation of said 1st middle potential return wave from initiation of an electrical-potential-difference downward wave as a helmholtz period and abbreviation identitas.

[Claim 9] Said pressure generating component is the driving gear of the ink jet type print head according to claim 1 to 8 characterized by being a piezoelectric transducer.

[Claim 10] By operating the pressure generating component prepared corresponding to each of two or more nozzles In the drive approach of the ink jet type print head which carries out pinch-and-swell [ of the pressure generating room ], and makes an ink droplet breathe out from said each nozzle The 1st ink droplet The driving signal which comes to contain the 3rd driving pulse for making the 2nd driving pulse for making a small amount of 2nd ink droplet than the 1st driving pulse and said 1st ink droplet for making it breathe out breathe out, said 1st ink droplet, and the 3rd ink droplet of tales doses breathe out with a drive signal generation means Make it generate and the printing data generated selectable in any one or two or more driving pulses among said each driving pulse within 1 printing period by the pulse selection signal established respectively corresponding to said each driving pulse are inputted into a switching means. The drive approach of the ink jet type print head characterized by making said driving signal input to said piezoelectric transducer by driving a switching means based on said printing data.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**DETAILED DESCRIPTION**

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the driving gear and the drive approach of the ink jet type print head in which the regurgitation [ two or more ink droplets ] is possible in 1 printing period especially about the driving gear and the drive approach of an ink jet type print head which can carry out the regurgitation of the ink droplet of magnitude which is different from the same nozzle.

[0002]

[Description of the Prior Art] The ink jet-type printer has the print head equipped with many nozzles in the direction of vertical scanning (perpendicular direction), this print head is moved to a main scanning direction (horizontal) according to a carriage device, and a desired printing result is obtained by performing predetermined paper feed. Based on the dot pattern data which come to develop the print data inputted from the host computer, an ink droplet is breathed out from each nozzle of a print head to predetermined timing, respectively, and when each of these ink droplets reach the target and adhere to printing storages, such as the recording paper, printing is performed. Thus, since an ink jet-type printer is what does not carry out whether the regurgitation of the ink droplet is carried out, or [ that is, ] performs on-off control of a dot, the way things stand, it cannot carry out the printout of the middle gradation, such as gray.

[0003] Then, the method of realizing middle gradation conventionally by expressing one pixel by two or more dots of 4x4 and 8x8 grade is adopted. A shade can be expressed with 16 gradation (it is 17 gradation when all whites are included) if one pixel is expressed by the dot matrix of 4x4. If the resolution of a pixel is raised, a gradation expression can be performed more densely. However, if gradation is raised without changing the diameter of a record dot, substantial resolution will fall. Moreover, when

the diameter of a record dot in the record paper is large, the graininess of a low concentration field comes to be conspicuous. Therefore, it is necessary to lessen weight of an ink droplet and to make the diameter of a record dot small.

[0004] for example, it is said that it makes it contract since the pressure room in which ink was held is expanded as indicated by JP,55-17589,A etc. -- being the so-called -- "lengthening -- striking -- " -- it is possible by carrying out to lessen weight of the ink droplet which carries out the regurgitation, and to make the diameter of a record dot small.

[0005] Although the graininess in a low concentration field cannot be conspicuous and printing quality can be raised if the diameter of a record dot becomes small, a print speed falls sharply. For example, when using the dot of the minor diameter made into the one half of the usual diameter of a record dot, 4 times [ at the time of using the usual diameter of a record dot ] as many printing time amount as this is required. Neither is easy although what is necessary is to raise the drive frequency which carries out the regurgitation of the ink droplet 4 times, or just to increase the number of nozzles 4 times, in order to prevent the fall of a print speed.

[0006] Then, the technique which is made to breathe out the ink droplet of weight which is different from the same nozzle, and enables gradation storage is also proposed (for example, JP,4-15735,B, a U.S. Pat. No. 5,285,215 specification). With this technique, before acting as two or more shot student of the very small ink droplet and reaching the target in the record paper by adding two or more pulse signals, the very small ink droplet of these plurality is made to coalesce, and a big ink droplet is generated.

[0007]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] According to the conventional technique given [ said ] in an official report, although the regurgitation [ a very small ink droplet and a big ink droplet ] is possible, it is difficult to make an ink droplet coalesce before recording paper impact. Moreover, in order to make a very small ink droplet coalesce before reaching the recording paper, the adjustable range of the diameter of a record dot also has the problem of being narrow.

[0008] This invention is made in view of the above various technical problems, and the purpose is in offering the driving gear and the drive approach of an ink jet type print head which could be made to carry out the regurgitation of two or more ink droplets from which ink weight differs from the same nozzle, without reducing a print speed. Moreover, the further purpose of this invention is about two or more ink droplets in 1 printing period to offer the driving gear and the drive approach of the ink jet type print head in which two or more regurgitation is possible.

[0009]

[Means for Solving the Problem] He constitutes the driving signal outputted for every 1 printing period from two or more driving pulses, and is trying to choose any one or two or more driving pulses among each driving pulse with the printing data which come to contain the pulse selection signal corresponding to each driving pulse, respectively with the driving gear of the ink jet type print head concerning this invention for the above-mentioned purpose achievement.

[0010] Namely, a drive signal generation means to generate the driving signal which comes to contain two or more driving pulses for making an ink droplet breathe out, respectively in invention concerning claim 1, It is characterized by having the switching means into which any one or two or more driving pulses are made to input alternatively within 1 printing period to a pressure generating component among said each driving pulse based on the printing data which come to contain the pulse selection signal corresponding to said each driving pulse, respectively.

[0011] If a certain driving pulse is chosen by the pulse selection signal, this driving pulse will be inputted into a pressure generating component through a switching means. And in order that a pressure generating component may cause the pressure variation according to a driving pulse, the ink droplet of the amount of ink according to this pressure variation is breathed out. Therefore, if the driving pulse of 1 is chosen, the ink droplet of 1 will be breathed out 1 printing period, and if two or more driving pulses are chosen, two or more ink droplets with 1 printing period will be breathed out. The amount of ink which reaches the target on printing storages, such as the recording paper, can be adjusted by this, and the diameter of a record dot can be controlled to adjustable.

[0012] Moreover, a drive signal generation means to generate the driving signal which comes to contain the 1st driving pulse, 2nd driving pulse, and 3rd driving pulse for making an ink droplet breathe out, respectively in invention concerning claim 2, With the pulse selection signal established respectively corresponding to said each driving pulse A printing data generation means to generate selectable printing data for any one or two or more driving pulses among said each driving pulse within 1 printing period, Based on said printing data, it has the switching means into which said driving signal is made to input to a pressure generating component. Said driving signal The 1st driving pulse for making the 1st ink droplet breathe out, and the 2nd driving pulse for making a small amount of 2nd ink droplet than said 1st ink droplet breathe out, It is characterized by being constituted including the 3rd driving pulse for making said 1st ink droplet and 3rd ink droplet of tales doses breathe out.



[0013] According to this, the driving signal outputted for every 1 printing period consists of a total of three driving pulses of the 1st driving pulse and the 3rd driving pulse which carry out the regurgitation of the ink droplet of tales doses, and the 2nd driving pulse which carries out the regurgitation of a small amount of ink droplet. Therefore, the diameter of a record dot is controllable by the combination of these 1st, 2nd, and 3rd ink droplets to adjustable.

[0014] Like invention according to claim 3, namely, printing data The 1st gradation value which it comes [ 1st ] to combine the pulse selection signal corresponding to each driving pulse of said driving signal, respectively, and does not make an ink droplet breathe out, The 2nd gradation value which only said 2nd driving pulse is chosen [ 2nd ] and makes said 2nd ink droplet breathe out, The 3rd gradation value which either said 1st driving pulse or said 3rd driving pulse is chosen [ 3rd ], and makes either said 1st ink droplet or said 3rd ink droplet breathe out, The 4th gradation value which said the 1st driving pulse and 3rd driving pulse are chosen [ 4th ], and makes said the 1st ink droplet and 3rd ink droplet breathe out can constitute selectable.

[0015] Thereby, in the 1st gradation value, since an ink droplet is not breathed out, a record dot is not formed in the record paper. In the 2nd gradation value, only a small amount of ink droplet is breathed out, and the record dot of a minor diameter is formed in the recording paper. In the 3rd gradation value, since either of a lot of 1st or 3rd ink droplets is breathed out towards the recording paper, the record dot of whenever [ middle ] is formed relatively. In the 4th gradation value, since both the 1st ink droplet and the 3rd ink droplet are breathed out, this each ink droplet is reached the target and mixed with the recording paper, and the record dot of a major diameter is formed most relatively.

[0016] Moreover, you may make it a driving signal choose only this 4th driving pulse as extent in which an ink droplet does not carry out the regurgitation with the 1st gradation value with selectable printing data like invention concerning claim 4 including the 4th driving pulse which operates a pressure generating component.

[0017] By operating extent to which an ink droplet does not carry out the regurgitation of the pressure generating component, a meniscus is fine-vibrated and the increment in viscosity of ink can be prevented. Moreover, since the 4th driving pulse can be inputted into a pressure generating component in case the 1st gradation value is taken, a meniscus can be fine-vibrated comparatively frequently.

[0018] Like invention concerning claim 5, it is desirable to set the period between the 1st driving pulse and the 3rd driving pulse as the maximum drive period of a print head.

[0019] If the time period of the 1st driving pulse for realizing the 4th most

high-concentration gradation value and the 3rd driving pulse is set as the maximum drive period of a print head, a print speed will not fall. In this case, what is necessary is just to arrange the 2nd driving pulse between the 1st driving pulse and the 3rd driving pulse.

[0020]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the gestalt of operation of this invention is explained to a detail based on a drawing.

[0021] 1. Gestalt \*\*\*\* of the 1st operation and drawing 1 are the functional block diagrams of the ink jet printer with which the gestalt of operation of the 1st of this invention is applied.

[0022] 1-1 The whole configuration ink jet printer consists of a printer controller 1 and a print engine 2. The interface 3 whose printer controller 1 receives the print data from the host computer outside drawing etc. (henceforth "I/F"), RAM4 which performs various data storages etc., and ROM5 which memorized the routine for various data processing etc., The control section 6 which consists of a CPU etc., an oscillator circuit 7, and the drive signal generating circuit 8 as a "drive signal generation means" which generates the driving signal to the below-mentioned print head 10, It has I/F9 for transmitting printing data, a driving signal, etc. which were developed by dot pattern data (bit map data) to the print engine 2.

[0023] I/F3 receives the print data which consist of any one data or two or more data of a character code, a graphic function, and an image data from a host computer etc. Moreover, I/F3 can output a busy signal (BUSY), an acknowledgement signal (ACK), etc. to a host computer.

[0024] RAM4 is used as receive buffer 4A, middle buffer 4B, output-buffer 4C, work-piece memory (not shown), etc. The print data from the host computer which I/F3 received are temporarily memorized by receive buffer 4A. The pseudo code data converted with the pseudo code by the control section 6 are memorized by middle buffer 4B. Dot pattern data after decoding gradation data like the after-mentioned are developed by output-buffer 4C. ROM5 has memorized the various control routines performed by the control section 6, font data and a graphic function, various procedure, etc.

[0025] A control section 6 reads the print data in receive buffer 4A, converts them with a pseudo code, and memorizes this pseudo code data to middle buffer 4B. Next, a control section 6 analyzes the pseudo code data read from middle buffer 4B, and develops pseudo code data to dot pattern data with reference to font data, a graphic function, etc. in ROM5. This developed dot pattern data is memorized by output-buffer 4C after

required ornament processing is performed.

[0026] If the dot pattern data equivalent to one line of a print head 10 are obtained, the serial transmission of this dot pattern data for one line will be carried out to a print head 10 through I/F9. If the dot pattern data for one line are outputted from output buffer 4C, the contents of middle buffer 4B will be eliminated and the next pseudo code conversion will be performed. Here, the printing data developed by dot pattern data consist of 4 bits (or triplet) as gradation data for every nozzle so that it may mention later.

[0027] The print engine 2 is equipped with a print head 10, carriage (it is written as "paper feed" among drawing) 11, and the carriage device (it is written as "carriage" among drawing) 12. Carriage 11 consisted of a paper feed motor, a paper feed roller, etc., has sent out printing storages, such as the recording paper, one by one, and performs vertical scanning. The carriage device 12 consists of a carriage motor which makes it run the carriage which carries a print head 10, and this carriage through a timing belt etc., and carries out horizontal scanning of the print head 10.

[0028] A print head 10 has many nozzles, such as 64 etc. pieces, in the direction of vertical scanning, and makes an ink droplet breathe out from each nozzle to predetermined timing. Synchronizing with the clock signal (CK) from an oscillator circuit 7, the serial transmission of the printing data developed by dot pattern data is carried out to a shift register 13 from I/F9. This printing data (SI) by which serial transmission was carried out is once latched by the latch circuit 14. The pressure up of the latched printing data is carried out by the level shifter 15 which is a voltage amplifier to the electrical potential difference which can drive a switching circuit 16, for example, the predetermined electrical-potential-difference value of about dozens of volts. The printing data by which the pressure up was carried out to the predetermined electrical-potential-difference value are given to the switching circuit 16 as a "switching means." The driving signal (COM) from the drive signal generating circuit 8 is impressed to the input side of a switching circuit 16, and the piezoelectric transducer 17 as a "pressure generating component" is connected to the output side of a switching circuit 16.

[0029] Printing data control actuation of a switching circuit 16. For example, a driving signal is impressed to a piezoelectric transducer 17 during the period whose printing data which join a switching circuit 16 are "1", and a piezoelectric transducer expands and contracts according to this driving signal. On the other hand, supply of the driving signal to a piezoelectric transducer 17 is intercepted for the printing data which join a switching circuit 16 during the period of "0."

[0030] 1-2 The circuit diagram of drawing 2 showed concretely the configuration of the concrete configuration print head 10 of a print head. The shift register circuit 13, the latch circuit 14, the level shifter 15, the switching circuit 16, and piezoelectric transducer 17 in drawing 1 consist of the components 13A-13N corresponding to each nozzle of a print head 10, 14A-14N, 15A-15N, 16A-a 16N, and 17A-a 17N, respectively. Printing data consist of a total of four bit data from a most significant bit 3 to a least significant bit 0 for every nozzle, as shown in (1010) etc. (0100). And the bit data of each digit about all nozzles are inputted into shift registers 13A-13N in 1 printing period.

[0031] That is, after serial transmission of the data of the most significant bit 3 for all nozzles is carried out to shift registers 13A-13N, the data of the bit 3 for all these nozzles are latched by the latch components 14A-14N. The data of the bit 2 for all nozzles are transmitted next to shift registers 13A-13N by this latch. Similarly, subsequently serial transmission of the data of the bit 1 for all nozzles and the data of the bit 0 for all nozzles is carried out one by one.

[0032] And when the bit data which join each switching devices 16A-16N constituted, for example as an analog switch are "1", a driving signal (COM) is directly impressed to piezoelectric transducers 17A-17N, and each piezoelectric transducers 17A-17N are displaced according to the signal wave form of a driving signal. On the contrary, when the bit data which join each switching devices 16A-16N are "0", an each piezoelectric transducers [ 17A-17N ] driving signal is intercepted, and each piezoelectric transducers 17A-17N hold the last charge.

[0033] 1-3 Example drawing 3 of the mechanical configuration of a print head shows an example of the mechanical structure of a print head 10. The substrate unit 21 is constituted by pinching the passage formation plate 24 with the nozzle plate 22 in which nozzle hole 22A was formed, and the diaphragm 23 by which island section 23A was formed. The ink room 25, the ink feed hopper 26, and the pressure generating room 27 are formed in the passage formation plate 24.

[0034] The hold room 29 is formed in the pedestal 28, and the piezoelectric transducer 17 (correctly piezoelectric transducers [ 17A-17N ] either) is attached in the hold room 29. The piezoelectric transducer 17 is being fixed through the fixed substrate 30 so that the tip may contact island section 23A of a diaphragm 23. Here, to a piezoelectric transducer 17, it will contract, if PZT of for example, the longitudinal-oscillation transversal effect is used and charged, and if it discharges, it will elongate. The charge and discharge to a piezoelectric transducer 17 are performed through lead wire 31.

[0035] In addition, PZT of not only PZT of the longitudinal-oscillation transversal effect but a flexurally oscillating mold is sufficient as a piezoelectric transducer 17. Moreover,

as a pressure generating component, other components, such as not only a piezoelectric transducer but magnetostrictor, may be used. Moreover, the configuration of changing a pressure with the air bubbles which were made heating ink according to the heat source of a heater etc., and were produced with heating may be used. It can use, if it is the component which produces pressure fluctuation in the pressure generating room 27 in short according to the signal given from the exterior.

[0036] If a piezoelectric transducer 17 is charged, a piezoelectric transducer 17 will contract, the pressure generating room 27 will expand, the pressure in the pressure generating room 27 will decline, and ink will flow in the pressure generating room 27 from the ink room 25. If a piezoelectric transducer 17 is made to discharge, a piezoelectric transducer 17 will develop, the pressure generating room 27 will contract, the pressure in the pressure generating room 27 will rise, and the ink in the pressure generating room 27 will be breathed out outside through nozzle hole 22A. In addition, the relation between volume change (pressure variation) of the pressure generating room 27 and the regurgitation of an ink droplet is mentioned further later.

[0037] 1-4 Explain, referring to drawing 4 about the relation between each driving pulse and a gradation expression next a driving signal and the ink droplet breathed out, and the gradation expression approach. While the wave of a driving signal and the size relation of the ink droplet breathed out are shown, the approach of the gradation expression using a driving signal is shown in drawing 4. The driving signal which the drive signal generating circuit 8 generates consists of a total of four driving pulses of the 1st pulse as "the 1st driving pulse", the 2nd pulse as "the 2nd driving pulse", the 3rd pulse as "the 3rd driving pulse", and the 4th pulse as "the 4th driving pulse."

[0038] Here, the 1st pulse and the 3rd pulse are for having the shape of same pulse form, for example, carrying out the regurgitation of the ink droplet of whenever [ middle / of about 10 ng(s) ]. Since the diameter of a dot obtained by this 1st pulse and the 3rd pulse becomes the magnitude of whenever [ middle ], it can also express these 1st pulses and the 3rd pulse as an "inside dot pulse." The 2nd pulse is for being located between the 1st pulse and the 3rd pulse, for example, making the small ink droplet of about 2 ng(s) breathe out. Since the small diameter of a dot is obtained by this 2nd pulse, the 2nd pulse can also be expressed as a "small dot pulse." The 4th pulse located between the 3rd pulse and the 1st pulse is for fine-vibrating the ink near nozzle hole 22A, and preventing the increment in the viscosity of ink, and an ink droplet is not breathed out by this 4th pulse. The 4th pulse can be expressed as a "fine oscillating pulse."

[0039] 1-5 Explain, referring to the sign of P11 and P21 grade given to each part of each pulse about each pulse which constitutes the detail, next driving signal of each driving

pulse, as shown in drawing 4 . In addition, since the 1st pulse and the 3rd pulse for forming an inside dot are the same configuration, only the 1st pulse is explained and explanation of the 3rd pulse is omitted.

[0040] First, as the 1st pulse is shown in drawing 4 , the electrical-potential-difference value starts from the middle potential  $V_m$  (P11), and rises from the middle potential  $V_m$  to the maximum potential  $VPM$  as "the 1st maximum potential" by predetermined electrical-potential-difference inclination  $\theta_{CM}$  (P12), and only predetermined time maintains the maximum potential  $VPM$  (P13). Next, the electrical-potential-difference value of the 1st pulse descends from the maximum potential  $VPM$  to the minimum potential  $VL$  with predetermined electrical-potential-difference inclination  $\theta_{DM}$  (P14).

[0041] Here, it is set up so that the electrical-potential-difference inclination  $\theta_{DM}$  at the time of discharge may become large rather than electrical-potential-difference inclination  $\theta_{CM}$  at the time of charge. Moreover, the time amount taken for the electrical-potential-difference value of the 1st pulse to fall from the maximum potential  $VPM$  to the minimum potential  $VL$  is set as the proper oscillation period  $TA$  and abbreviation identitas of a piezoelectric transducer 17. In addition, in order to prevent polarization reversal of a piezoelectric transducer 17, the minimum potential  $VL$  is the same as a grand level (0V), or it is desirable that it is plus potential.

[0042] And the electrical-potential-difference value of the 1st pulse rises to the middle potential  $V_m$  again, after only predetermined time holds the minimum potential  $VL$  (P15) (P16). the time amount from initiation of the electrical-potential-difference descent here from the maximum potential  $VPM$  to maintenance termination of the minimum potential  $VL$  -- the natural period (helmholtz period) of ink, and abbreviation -- it is set up identically.

[0043] The electrical-potential-difference value of the 2nd pulse is started from the middle potential  $V_m$  like the 1st pulse (P21), and it goes up to the maximum potential  $VPS$  as "the 2nd maximum potential" by predetermined electrical-potential-difference inclination  $\theta_{CS}$  (P22). The maximum potential  $VPS$  of this 2nd pulse is smaller than the maximum potential  $VPM$  of the 1st pulse and the 3rd pulse. And the electrical-potential-difference value of the 2nd pulse descends to the middle potential  $V_m$  with predetermined electrical-potential-difference inclination  $\theta_{DS}$ , after only predetermined time maintains the maximum potential  $VPS$  (P23) (P24). In addition, by the 2nd pulse, it is set up so that the direction of electrical-potential-difference inclination  $\theta_{CS}$  at the time of charge may become larger than electrical-potential-difference inclination  $\theta_{DS}$  at the time of discharge.

[0044] Although explanation is omitted since the 3rd pulse is the 1st pulse and identical, the time period between the 1st pulse and the 3rd pulse serves as half [ of a printing period ]. That is, when the 1st pulse and the 3rd pulse are chosen that a large dot should be formed in the record paper like the after-mentioned, the ink droplet of an inside dot is breathed out at equal intervals in time. If a printing period is set to 14.4kHz, specifically, the regurgitation period of the ink droplet of an inside dot will be set as 28.8kHz. Moreover, the time amount between the 1st pulse and the 3rd pulse is set as the maximum drive period of a print head 10.

[0045] The electrical potential difference of the 4th pulse is also started from the middle potential  $V_m$  (P41), for example, rises to the maximum potential VPN which can be expressed as "the 3rd maximum potential" (P42). [ as well as the 1st - the 3rd pulse ] And after carrying out predetermined time maintenance of this maximum potential VPN (P43), it descends to the middle potential  $V_m$ . Since the 4th pulse gives fine vibration of extent which does not carry out the regurgitation of the ink droplet here, the maximum potential VPN of the 4th pulse is smaller than the maximum potential VPS of the 2nd pulse. moreover, the electrical-potential-difference inclination at the time of charge of the 4th pulse and the electrical-potential-difference inclination at the time of discharge -- abbreviation -- it is equal.

[0046] In addition, among drawing 4 , "the 1st electrical-potential-difference downward wave" and P15 correspond to the "minimum potential maintenance wave", and P16 corresponds [ P12 / "the 1st power surge wave" and P13 / "the 1st maximum potential maintenance wave" and P14 ] to a "middle potential return wave", respectively. Moreover, "the 2nd power surge wave" and P23 correspond to "the 2nd maximum potential maintenance wave", and P24 corresponds [ P22 ] to "the 2nd electrical-potential-difference downward wave", respectively.

[0047] Next, the change condition of the ink near [ by each pulse independent of a driving signal ] nozzle hole 22A is explained, referring to drawing 5 - drawing 7 . First, drawing 5 shows the change condition of the ink by the 1st pulse or the 3rd pulse.

[0048] In the condition of P11 in the middle potential  $V_m$ , a meniscus 40 is in the location drawn a little from the regurgitation side of a nozzle hole 22. Next, in the condition of P12 which goes up from the middle potential  $V_m$  to the maximum potential VPM, a piezoelectric transducer 17 contracts, the pressure generating room 27 expands, and a meniscus 40 is drawn in nozzle hole 22A. At this time, the pressure generating room 27 expands at the rate according to the contraction rate of a piezoelectric transducer 17. In the condition of P13, only the time amount of extent which does not return to a location just before the once drawn meniscus 40 is drawn holds the

maximum potential VPM.

[0049] A piezoelectric transducer 17 is made to discharge quickly from the maximum potential VPM to the minimum potential VL in the condition of P14, where a meniscus 40 is drawn in the inner part of nozzle hole 22A. By this, a piezoelectric transducer 17 develops, the pressure generating room 27 contracts, and a meniscus 40 begins to project from the regurgitation side of nozzle hole 22A. At this time, the pressure generating room 27 is contracted at the rate according to the expanding rate of a piezoelectric transducer 17. Also in the condition of P15 which maintains the minimum potential VL, the protrusion of a meniscus 40 continues according to inertia. And in the condition of P16, after the meniscus 40 has projected, a piezoelectric transducer 17 is again charged to the middle potential Vm. By this, a piezoelectric transducer 17 contracts, the pressure generating room 27 expands, the ink projected outside from nozzle hole 22A is lengthened and torn to pieces, and the ink droplet of the amount equivalent to an inside dot is breathed out.

[0050] The fluctuation condition of the ink at the time of impressing the 2nd pulse to a piezoelectric transducer 17 independently is shown in drawing 6. In the condition of P21 in the middle potential Vm, a meniscus 40 is in the location drawn a little from the regurgitation side of nozzle hole 22A. Next, if a pressure up is carried out from the middle potential Vm to the maximum potential VPS, since a piezoelectric transducer 17 will contract and the pressure generating room 27 will expand, a meniscus 40 is drawn in nozzle 22A. In the condition of P23, only the short time of extent with which a meniscus 40 does not return to the original location holds the maximum potential VPS. Therefore, a meniscus 40 is drawn in nozzle hole 2A. Moreover, since the maximum potential VPS of the 2nd pulse is lower than the maximum potential VPM of said 1st pulse, the amount of ink which flows in the pressure generating room 27 from the ink room 25 has it than the case of the 1st pulse. [ less ]

[0051] In the condition of P24 which makes a piezoelectric transducer 17 discharge from the maximum potential VPS to the middle potential Vm, a piezoelectric transducer 17 develops and the pressure generating room 27 contracts. Thereby, positive pressure arises in the pressure generating room 27, and a meniscus 40 is extruded towards the exterior of nozzle hole 22A (condition of P24a). And a very small ink droplet is breathed out from nozzle hole 22A (condition of P24b). That is, where it lessened the amount of ink made to flow in the pressure generating room 27 by making the maximum potential VPS small and a meniscus 40 is drawn, in order to generate the pressure variation of the weak positive pressure direction, about 1 / about five very small ink droplet of the ink droplet by the 1st pulse is breathed out.



[0052] The fluctuation condition of the ink at the time of impressing the 4th pulse to a piezoelectric transducer 17 independently is shown in drawing 7. First, in the condition of P41 in the middle potential  $V_m$ , a meniscus 40 is in the location drawn a little from nozzle hole 22A like said condition of P11 and P21. Next, if a piezoelectric transducer 17 is charged from the middle potential  $V_m$  to the maximum potential  $V_{PN}$ , since a piezoelectric transducer 17 will contract and the pressure generating room 27 will expand, a meniscus 40 is drawn in nozzle hole 22A. However, since the maximum potential  $V_{PN}$  is small, its amounts of drawing in of a meniscus are few. In the condition of P43 that only a short time holds the maximum potential  $V_{PN}$ , the meniscus 40 is maintaining the condition that only a few was drawn in the nozzle hole 22. And in the condition of P44 which makes a piezoelectric transducer 17 discharge from the maximum potential  $V_{PN}$  to the middle potential  $V_m$ , since the pressure generating room 27 contracts, a meniscus 40 is put back towards the regurgitation side of nozzle hole 22A.

[0053] Thus, the 4th pulse can fine-vibrate a meniscus 40, without there being little pressure variation in the pressure generating room 27, and making an ink droplet breathe out from nozzle hole 22A, in order to perform shallow charge and discharge. Thereby, viscosity increase of ink etc. can be prevented. In addition, plugging of nozzle hole 22A can be prevented by giving fine vibration in the condition of having been limited in case a print head 10 was in a home position, or covering nozzle hole 22A with a cap etc. Therefore, the 4th pulse is not necessarily required and omitting is also possible.

[0054] 1-6 Make a multiple selection, and consider printing data transfer timing next the 1st pulse (inside dot), the 2nd pulse (small dot), the 3rd pulse (inside dot), and the 4th pulse (fine vibration), referring to 1 or the approach of carrying out a multi-gradation expression for drawing 4 etc.

[0055] As mentioned above, a driving signal is impressed to a piezoelectric transducer 17, and a piezoelectric transducer 17 is expanded [ the bit of the printing data which join a switching circuit 16 through latch circuit 14 grade from a shift register 13 ] during the period of "1" and contracted according to the wave of a driving signal. On the other hand, during the period of "0", supply of the driving signal to a piezoelectric transducer 17 is intercepted, and, as for a piezoelectric transducer 17, the bit of printing data holds the last condition. Therefore, if the bit of printing data is synchronized with the generating timing of the 1st - the 4th pulse, any one or two or more pulses can be chosen among the 1st - the 4th pulse.

[0056] For example, if a record dot is formed in the record paper by four patterns in the

case (gradation value 4) of forming a large dot by the inside dot of two pieces when forming only a small dot in the case of the non-dot which does not form a dot (gradation value 1) (gradation value 2), and forming only the inside dot of one piece (gradation value 3), four steps of dot gradation can be performed. In addition, (01) and the gradation value 3 can be expressed with (10), and when it is 4 gradation, as shown in (11), 2 bit data can express [ the gradation value 1 / (00) and the gradation value 2 ] each gradation value for the gradation value 4.

[0057] In the case of the gradation value 1 of the non-dot which does not carry out the regurgitation of the ink droplet, only the 4th pulse which generates fine vibration should be supplied to a piezoelectric transducer 17. Therefore, in the case of the gradation value 1, if it is made to synchronize with generating of the 4th pulse and "1" is impressed while throughout [ nascent state / of the 1st - the 3rd pulse ] impresses "0" to a switching circuit 16, only the 4th pulse can be added to a piezoelectric transducer 17. That is, by translating into 4 bit data (0001) the 2-bit data (00) in which the gradation value 1 is shown (decoding), only the 4th pulse which does not carry out the regurgitation of the ink droplet can be impressed to a piezoelectric transducer 17, and the gradation value 1 of a non-dot can be realized.

[0058] If give "0" during the period of the 1st pulse, the 3rd pulse, and the 4th pulse, it is made similarly to synchronize with the 2nd pulse to a switching circuit 16 and "1" is impressed. That is, if 4 bit data (0100) are given to a switching circuit 16 to predetermined timing, only the 2nd pulse is supplied to a piezoelectric transducer 17, thereby, the ink droplet of a small dot can be made to be able to reach the recording paper, and the gradation value 2 can be realized.

[0059] Similarly, if 4 bit data (1000) are given to a switching circuit 16, only the 1st pulse is impressed to a piezoelectric transducer 17, thereby, one inside dot will be formed in the recording paper, and the gradation value 3 will be realized.

[0060] Similarly, if 4 bit data (1010) are given to a switching circuit 16, only the 1st pulse and the 3rd pulse which form an inside dot will be supplied to a piezoelectric transducer 17. By this, the ink droplet of two shots of an inside dot reaches the target in the record paper continuously, each ink droplet is mixed, and one large dot is formed substantially.

[0061] As mentioned above, if 1-bit data are assigned for every driving pulse and printing data are constituted, only a desired driving pulse can be chosen with the value of each bit. The 1-bit data assigned to each of each of this driving pulse correspond to a "pulse selection signal." Moreover, the control section 6 as a "printing data generation means" performs generation of printing data, and the generated printing data are

memorized by output-buffer 4C. In addition, what is necessary is just to give the data of a triplet to a switching circuit 16 for the gradation value 4 of the large dot according [ value / 1 / of a non-dot / gradation ] the gradation value 3 of only (010) and an inside dot to (100) and the inside dot of two shots in the gradation value 2 of only (000) and a small dot, as shown in (101) when omitting the 4th pulse.

[0062] Next, the concrete configuration which gives 4-bit printing data to switching circuit 16 grade is explained, referring to the wave form chart of drawing 8.

[0063] First, the gradation value (b1, b0) of 2 bits about each nozzle is memorized by output-buffer 4C in the condition of having translated into the 4-bit printing data (D1, D2, D3, D4) mentioned above. Here, for D1, as for the selection signal of the 2nd pulse, and D3, the selection signal of the 1st pulse and D2 are [ the selection signal of the 3rd pulse and D4 ] the selection signals of the 4th pulse. This 4-bit printing data is given into 1 printing period in the switching circuit 16 corresponding to each nozzle of a print head 10.

[0064] The printing data of the 1st nozzle in the location which makes n pieces the number of nozzles of a print head 10, and has the direction of vertical scanning here (D11, D21, D31, D41), As shown in (D12, D22, D32, D42), when the printing data of the 2nd nozzle are expressed, synchronizing with a clock signal, the serial input of the data (... D11, D12, D13, D1n) of the 1st pulse selection signal D1 about all nozzles is carried out to a shift register 13. It is made the same. The data of the 2nd pulse selection signal D2 about all nozzles (... D21, D22, D23, D2n), The data (... D31, D32, D33, D3n) of the 3rd pulse selection signal D3 about all nozzles and the data (... D41, D42, D43, D4n) of the 4th pulse selection signal D4 about all nozzles are transmitted to a shift register 13 within 1 printing period.

[0065] Before the target driving pulse occurs, more specifically, the printing data which choose the driving pulse concerned are transmitted to a shift register 13. And it is made to synchronize with generating of the target pulse, and a latch circuit 14 is made to transmit and memorize the printing data which the shift register 13 memorized. After the pressure up of the printing data moved to the latch circuit 14 is carried out to a predetermined electrical potential difference by the level shifter 15, they are inputted into a switching circuit 16.

[0066] For example, as shown in drawing 8, the data of D1 which chooses the 1st pulse are transmitted to the shift register 13 within between [ in front of the 1st pulse ] the 4th pulse nascent states. And a latch signal is outputted to compensate for generating of the 1st pulse, and by this latch signal, the printing data of D1 which the shift register 13 memorized are changed into a parallel signal, and are transmitted to a latch circuit

14. After the pressure up of the printing data of D1 transmitted to this latch circuit 14 is carried out to a predetermined electrical-potential-difference value by the level shifter 15, they are supplied to a switching circuit 16. Since a piezoelectric transducer 17 expands and contracts by this according to the 1st pulse when the value of D1 given to the nozzle is "1", the ink droplet of an inside dot is breathed out from this nozzle, this ink droplet reaches the recording paper, and the record dot of an inside dot is formed. On the other hand, since the 1st pulse is not impressed to a piezoelectric transducer 17, the nozzle whose value of Dgiven 1 is "0" does not carry out the regurgitation of the ink droplet. Similarly, the data of D2, the data of D3, and the data of D4 are transmitted to a shift register 13 within a period just before the target driving pulse occurs, respectively.

[0067] Drawing 9 shows the pattern obtained with the combination of each driving pulse. If 4-bit printing data (0100) are given, a small dot will give (1000), as mentioned above, an inside dot will give (1010) and the large dot by the inside dot of two shots will give (0000), the non-dot of only fine vibration will be obtained.

[0068] Moreover, if printing data (0110) are given as shown in the bottom in drawing 9, the ink droplet of a small dot and the ink droplet of an inside dot can be continued, and the recording paper can be made to reach the target. In this case, it is possible for the ink droplet of a small dot and the ink droplet of an inside dot to be mixed in the record paper, and to obtain the record dot of the magnitude of abbreviation middle of an inside dot and a large dot. here -- it should observe -- it is the point which breathes out the ink droplet of a small dot first, and is breathing out the ink droplet of an inside dot to discharge and a degree. In a configuration of carrying out the ink droplet of an inside dot first, and carrying out the regurgitation of the ink droplet of a small dot to discharge and a degree (i.e., when printing data (1100) are given and the 1st pulse and the 2nd pulse are chosen), it thinks contrary to this. In this case, it takes time amount until the residual vibration of the time amount for filling up the ink droplet of a dot in the pressure generating room 27 while being breathed out previously, and the meniscus after expulsion of an ink droplet stabilizes. Therefore, it is difficult to carry out the regurgitation of the ink droplet stably. However, with the gestalt of this operation, in order to carry out the regurgitation of the ink droplet of an inside dot for the ink droplet of a small dot to discharge and a degree first, the supplement time amount of ink is short and the residual vibration of a meniscus also stabilizes promptly. Therefore, the regurgitation of the two ink droplets from which weight differs in 1 printing period can be carried out.

[0069] According to the gestalt of this operation, a fundamental-wave form slack drive

wave can be formed by two or more driving pulses, and one or more ink droplets can be made to breathe out from each nozzle within 1 printing period, respectively for the configuration which gives the printing data which consist of bit data corresponding to each driving pulse to a switching circuit 16. Therefore, many gradation can be expressed for record in the paper each record dot of every, and high-definition printing can be realized, without reducing a print speed.

[0070] In order to specifically form a driving signal including the 1st pulse and the 3rd pulse which make the ink droplet of an inside dot breathe out, and the 2nd pulse which makes the ink droplet of a small dot breathe out, As the gradation value 1 as "1st gradation value" which does not carry out the regurgitation of the ink droplet, and "2nd gradation value" which makes the ink droplet of a small dot breathe out A total of four steps of gradation expressions of gradation 4\*\* as "4th gradation value" which makes the \*\*\*\*\* value 2, the gradation value 3 as "3rd gradation value" which makes the ink droplet of an inside dot breathe out, and two ink droplets of an inside dot breathe out can be performed for every nozzle.

[0071] Moreover, it can make an inside dot breathe out continuously, since the time amount between the 1st pulse and the 3rd pulse is set as the maximum drive period of a print head 10, without reducing a print speed. In addition, when omitting the 4th pulse, only the time amount of the 4th pulse should hold the middle potential  $V_m$ .

[0072] 2. Explain the gestalt of operation of the 2nd of this invention based on the gestalt next drawing 10 , and drawing 11 of the 2nd operation. In addition, with the gestalt of each following operation, the same sign shall be given to the same component as the gestalt of the 1st operation mentioned above, and the explanation shall be omitted.

[0073] The driving signal of the gestalt of this operation shown in drawing 10 as well as the driving signal of the gestalt of the 1st operation consists of the 1st pulse and the 3rd pulse which make the ink droplet of an inside dot breathe out, the 2nd pulse which makes the ink droplet of a small dot breathe out, and the 4th pulse which fine-vibrates a meniscus. However, with the gestalt of this operation, the middle potential  $V_m$  is replaced, the base potential  $V_B$  has been the criteria of electrical-potential-difference change, and each driving pulse is formed in trapezoidal shape.

[0074] The 1st pulse begins from the base potential  $V_B$  of a grand level (P11), next goes up by predetermined electrical-potential-difference inclination  $\theta_{CM}$  to the maximum potential  $V_{PM}$  (P12). And after only predetermined time maintains this maximum potential  $V_{PM}$  (P13), it falls with predetermined electrical-potential-difference inclination  $\theta_{DM}$  to the base potential  $V_B$  (P14), and

this base potential VB is maintained (P15). Here, electrical-potential-difference inclination  $\theta_{DM}$  at the time of discharge is larger than electrical-potential-difference inclination  $\theta_{CM}$  at the time of charge. Moreover, the time amount holding the maximum potential VPM is set as the short time of extent from which a meniscus does not return to the last condition.

[0075] The 2nd pulse goes up from the base potential VB to the maximum potential VPS with predetermined electrical-potential-difference inclination  $\theta_{CS}$  (P21), and maintains only the short time of extent with which a meniscus does not return the maximum potential VPS to the last location (P22). And it falls from the maximum potential VPS to the base potential VB by predetermined electrical-potential-difference inclination  $\theta_{DS}$ . Here, electrical-potential-difference inclination  $\theta_{CS}$  at the time of charge is larger than electrical-potential-difference inclination  $\theta_{DS}$  at the time of discharge.

[0076] Since the 3rd pulse has the shape of the 1st pulse and isomorphism, it omits explanation. In addition, the time amount between the 1st pulse and the 3rd pulse is set as the maximum drive period of a print head 10.

[0077] The 4th pulse which gives fine vibration falls to the base potential VB, after it goes up from the base potential VB to the maximum potential VPN (P41) and only a short time holds the maximum potential VPN (P42) (P43).

[0078] Drawing 11 shows the regurgitation pattern of the ink droplet by the gestalt of this operation. If only the 2nd pulse is similarly chosen with the gestalt of the 1st operation having described, the record dot of a minor diameter will be formed in the record paper (printing data (0100)), and if only the 1st pulse is chosen, the record dot of whenever [ middle ] will be formed (printing data (1000)). Moreover, if the 1st pulse and the 3rd pulse are chosen, the ink droplet of two shots of an inside dot will reach the target in the record paper, the record dot of a major diameter will be formed (printing data (1010)), and fine vibration will be given to a meniscus if only the 4th pulse is chosen (printing data (0001)). Furthermore, if printing data (0110) are given to a switching circuit 16, the 2nd pulse and the 3rd pulse can be chosen, the ink droplet of a small dot and the ink droplet of two shots of an inside dot can be made to be able to reach the target in the record paper, and, thereby, the record dot of the middle magnitude of an inside dot and a large dot can be obtained.

[0079] Thus, since even the gestalt of this implementation constituted forms the driving signal as a fundamental-wave form from two or more driving pulses and constitutes any one driving pulse or two or more driving pulses selectable with printing data, high-definition multi-gradation printing can be realized like the gestalt of the 1st

operation, without causing the fall of a print speed.

[0080] In addition, the gestalt of this operation can be expressed as follows, for example. "the 1st driving pulse and 3rd driving pulse The 1st power surge wave which goes up from the base potential VB to the 1st maximum potential VPM (P12, P32), The 1st maximum potential maintenance wave which maintains said 1st maximum potential VPM (P13, P33), It has the 1st electrical-potential-difference downward wave (P14, P34) which descends to said base potential VB, and consists of said 1st maximum potential VPM. The 2nd driving pulse The 2nd power surge wave which goes up from the base potential VB to the 2nd maximum potential VPS smaller than said 1st maximum potential VPM (P21), The 2nd maximum potential maintenance wave which maintains said 2nd maximum potential VPS (P22), The driving gear of the ink jet type print head according to claim 2 to 5 characterized by having the 2nd electrical-potential-difference downward wave (P23) which descends to said base potential VB, and consisting of said 2nd maximum potential VPS."

[0081] 3. Explain the gestalt of operation of the 3rd of this invention based on the gestalt next drawing 12 , and drawing 13 of the 3rd operation.

[0082] As shown in the wave form chart of drawing 12 , the driving signal by the gestalt of this operation is also constituted including the 1st pulse and the 3rd pulse which make the ink droplet of an inside dot breathe out, the 2nd pulse which makes the ink droplet of a small dot breathe out, and the 4th pulse for giving fine vibration to a meniscus.

[0083] The shape of each pulse form is explained. First, the 1st pulse begins from the middle potential Vm (P11), next descends with predetermined electrical-potential-difference inclination  $\theta_{DM}$  from the middle potential Vm to the 1st minimum potential VLM (P12). And after only the short time of extent with which a meniscus does not return to the last location maintains this 1st minimum potential VLM (P13), it goes up by predetermined electrical-potential-difference inclination  $\theta_{CM}$  to the middle potential Vm (P14), and this middle potential Vm is maintained (P15). Here, electrical-potential-difference inclination  $\theta_{DM}$  at the time of discharge is larger than electrical-potential-difference inclination  $\theta_{CM}$  at the time of charge. The 3rd pulse is the same configuration as the 1st pulse, and the time amount between the 1st pulse and the 3rd pulse is set as the maximum drive period of a print head 10.

[0084] The 2nd pulse goes up from the middle potential Vm to the maximum potential VPS with predetermined electrical-potential-difference inclination  $\theta_{CS}$  (P21), and maintains only the short time of extent with which a meniscus does not return the maximum potential VPS to the last location (P22). And it falls from the maximum

potential VPS to the middle potential Vm by predetermined electrical-potential-difference inclination thetaDS. Here, electrical-potential-difference inclination thetaCS at the time of charge is larger than electrical-potential-difference inclination thetaDS at the time of discharge.

[0085] The 4th pulse returns to the middle potential Vm, after it descends from the middle potential Vm to the 2nd minimum potential VLN (P41) and only a short time holds this minimum potential VLN (P42) (P43).

[0086] Drawing 13 is the regurgitation pattern of the ink droplet by the gestalt of this operation. The middle record dot of the record dot of a minor diameter, the record dot of whenever [ middle ], a large dot, fine vibration, an inside dot, and a large dot can be similarly obtained with the gestalt of said the operation of each having described, respectively by selection of selection of selection of only the 2nd pulse, selection of only the 1st pulse, the 1st pulse, and the 3rd pulse, selection of only the 4th pulse, the 2nd pulse, and the 3rd pulse.

[0087] Thus, also with the gestalt of this implementation constituted, the same effectiveness as the gestalt of each operation mentioned above can be acquired. In addition, the gestalt of this operation can be expressed as follows, for example. "the 1st driving pulse and 3rd driving pulse The 1st electrical-potential-difference downward wave which descends from the middle potential Vm to the 1st minimum potential VLM (P12, P32), The 1st minimum potential maintenance wave which maintains said 1st minimum potential VLM (P13, P33), It has the 1st middle potential return wave (P14, P34) which returns to said middle potential Vm, and consists of said 1st minimum potential VLM. The 2nd driving pulse The power surge wave which goes up from the middle potential Vm to the maximum potential VPS (P21), The maximum potential maintenance wave which maintains said maximum potential VPS (P22), The driving gear of the ink jet type print head according to claim 2 to 5 characterized by having the 2nd electrical-potential-difference downward wave (P23) which descends to said middle potential Vm, and consisting of said maximum potentials VPS."

[0088] In addition, if it is this contractor, additions various by within the limits of the summary of this invention indicated by the gestalt of each operation, modification, etc. are possible. For example, a decoding circuit may perform conversion to 4-bit printing data from 2-bit gradation data.

[0089]

[Effect of the Invention] According to the driving gear and the drive approach of an ink jet type print head concerning this invention, two or more driving pulses which form a driving signal are written as a selectable configuration with printing data, and while



being able to carry out the regurgitation of the ink droplet from which weight differs from the same nozzle, the regurgitation of two or more ink droplets within 1 printing period can be carried out as explained above. Therefore, the diameter of a record dot in the record paper can be adjusted to adjustable, and a high-definition multi-gradation image can be printed at a high speed.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**DESCRIPTION OF DRAWINGS**

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] The configuration explanatory view showing the whole ink jet printer configuration to which the gestalt of operation of this invention is applied.

[Drawing 2] The circuit diagram showing the important section of a print head drive circuit.

[Drawing 3] The configuration explanatory view showing the mechanical structure of a print head.

[Drawing 4] The explanatory view showing the relation between the driving signal used for the gestalt of operation of the 1st of this invention, a gradation value, etc.

[Drawing 5] The explanatory view showing the behavior of the meniscus at the time of impressing the 1st driving pulse or 3rd driving pulse to a piezoelectric transducer independently.

[Drawing 6] The explanatory view showing the behavior of the meniscus at the time of impressing the 2nd driving pulse to a piezoelectric transducer independently.

[Drawing 7] The explanatory view showing the behavior of the meniscus at the time of impressing the 4th driving pulse to a piezoelectric transducer independently.

[Drawing 8] The timing diagram which shows each driving pulse of a driving signal, and relation with printing data transfer timing etc.

[Drawing 9] The timing diagram which shows the selection pattern of a driving pulse.

[Drawing 10] The timing diagram which shows the relation of each driving pulse of a driving signal, printing data, etc. which are used for the gestalt of operation of the 2nd of this invention.

[Drawing 11] The timing diagram which shows the selection pattern of a driving pulse.

[Drawing 12] The timing diagram which shows the relation of each driving pulse of a driving signal, printing data, etc. which are used for the gestalt of operation of the 3rd of this invention.

[Drawing 13] The timing diagram which shows the selection pattern of a driving pulse.

[Description of Notations]

1 Printer Controller

2 Print Engine

6 Control Section

8 Drive Signal Generating Circuit

10 Print Head

16 Switching Circuit

17 Piezoelectric Transducer

22A Nozzle hole

27 Pressure Generating Room

---

[Translation done.]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-81012

(43)公開日 平成10年(1998)3月31日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>B 4 1 J 2/045  
2/055  
2/205

識別記号

庁内整理番号

F I

B 4 1 J 3/04

技術表示箇所

1 0 3 A  
1 0 3 X

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 15 頁)

(21)出願番号

特願平8-237655

(22)出願日

平成8年(1996)9月9日

(71)出願人 000002369

セイコーエプソン株式会社

東京都新宿区西新宿2丁目4番1号

(72)発明者 北原 強

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

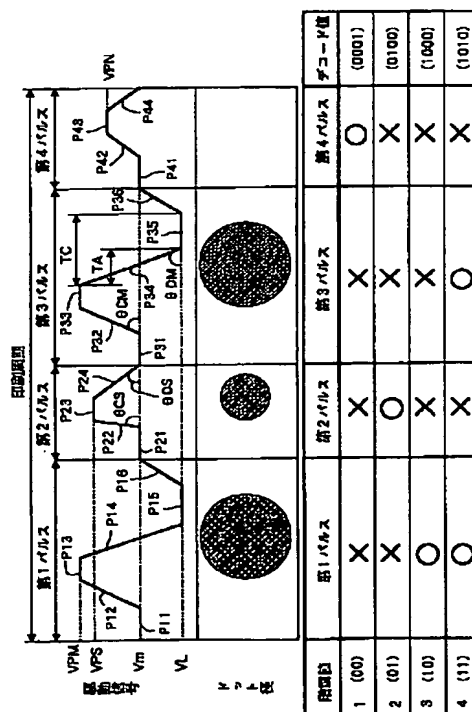
(74)代理人 弁理士 鈴木 喜三郎 (外2名)

(54)【発明の名称】 インクジェット式プリントヘッドの駆動装置及び駆動方法

(57)【要約】

【課題】 記録紙上の記録ドット径を可変に制御して、印刷時間を低下させることなく高品位の階調印刷を実現すること。

【解決手段】 一印刷周期毎に出力される駆動信号を、第1パルス、第2パルス、第3パルス及び第4パルスの合計4つの駆動パルスから構成する。第1パルス及び第3パルスは中ドット相当のインク滴を吐出させる。第2パルスは小ドット相当のインク滴を吐出させる。第4パルスはメニスカスに微振動を与えるのみである。最初に与えられる階調値を、各駆動パルスにそれぞれ対応したビットデータからなる4ビットの印字データにデコードする。これにより、各駆動パルスのうちいずれか一つまたは複数の駆動パルスを適宜選択することができ、記録紙上の記録ドット径を可変に制御して多階調印刷を行うことができる。



(2)

1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数のノズルのそれぞれに対応して設けられた圧力発生素子を作動させることにより、前記各ノズルからインク滴を吐出させるインクジェット式プリントヘッドの駆動装置において、インク滴をそれぞれ吐出させるための複数の駆動パルスを含んでなる駆動信号を発生させる駆動信号発生手段と、前記各駆動パルスにそれぞれ対応したパルス選択信号を含んでなる印字データに基づいて、前記各駆動パルスのうちいずれか一つまたは複数の駆動パルスを前記圧力発生素子に対して一印刷周期内で選択的に入力させるスイッチ手段とを備えたことを特徴とするインクジェット式プリントヘッドの駆動装置。

【請求項2】 複数のノズルのそれぞれに対応して設けられた圧力発生素子を作動させることにより、前記各ノズルからインク滴を吐出させるインクジェット式プリントヘッドの駆動装置において、それぞれインク滴を吐出させるための第1の駆動パルスと第2の駆動パルスと第3の駆動パルスとを含んでなる駆動信号を発生させる駆動信号発生手段と、前記各駆動パルスにそれぞれ対応して設けられたパルス選択信号により、一印刷周期内で前記各駆動パルスのうちいずれか一つまたは複数の駆動パルスを選択可能な印字データを生成する印字データ生成手段と、前記印字データに基づいて、前記駆動信号を前記圧力発生素子に対して入力させるスイッチ手段とを備え、前記駆動信号は、第1のインク滴を吐出させるための第1の駆動パルスと、前記第1のインク滴よりも少量の第2のインク滴を吐出させるための第2の駆動パルスと、前記第1のインク滴と同量の第3のインク滴を吐出させるための第3の駆動パルスとを含んで構成されていることを特徴とするインクジェット式プリントヘッドの駆動装置。

【請求項3】 前記印字データは、前記駆動信号の各駆動パルスにそれぞれ対応したパルス選択信号を組み合わせたり、インク滴を吐出させない第1の階調値と、前記第2の駆動パルスのみを選択して前記第2のインク滴を吐出させる第2の階調値と、前記第1の駆動パルスまたは前記第3の駆動パルスのいずれかを選択して前記第1のインク滴または前記第3のインク滴のいずれかを吐出させる第3の階調値と、前記第1の駆動パルス及び第3の駆動パルスを選択して前記第1のインク滴及び第3のインク滴を吐出させる第4の階調値とが、選択可能であることを特徴とする請求項2に記載のインクジェット式プリントヘッドの駆動装置。

【請求項4】 前記駆動信号は、インク滴が吐出しない程度に前記圧力発生素子を作動させる第4の駆動パルスを含み、前記印字データが選択可能な第1の階調値では該第4の駆動パルスのみを選択することを特徴とする請

2

求項3に記載のインクジェット式プリントヘッドの駆動装置。

【請求項5】 前記第1の駆動パルスと前記第3の駆動パルスとの間の周期がプリントヘッドの最大駆動周期に設定されていることを特徴とする請求項2～請求項4のいずれかに記載のインクジェット式プリントヘッドの駆動装置。

【請求項6】 前記第1の駆動パルス及び第3の駆動パルスは、中間電位から第1の最大電位まで上昇する第1の電圧上昇波形と、前記第1の最大電位を維持する第1の最大電位維持波形と、前記第1の最大電位から最低電位まで下降する第1の電圧下降波形と、前記最低電位を維持する最低電位維持波形と、前記最低電位から前記中間電位に復帰する中間電位復帰波形とを有してそれぞれ構成され、

前記第2の駆動パルスは、中間電位から前記第1の最大電位よりも小さい第2の最大電位まで上昇する第2の電圧上昇波形と、前記第2の最大電位を維持する第2の最大電位維持波形と、前記第2の最大電位から中間電位まで下降する第2の電圧下降波形とを有して構成されていることを特徴とする請求項2～請求項5のいずれかに記載のインクジェット式プリントヘッドの駆動装置。

【請求項7】 前記第1の電圧下降波形における電圧勾配は、前記第1の電圧上昇波形における電圧勾配よりも大きいことを特徴とする請求項6に記載のインクジェット式プリントヘッドの駆動装置。

【請求項8】 前記第1の電圧下降波形における電圧降下時間は前記圧力発生素子の固有振動周期と略同一に設定され、前記第1の電圧下降波形の開始から前記中間電位復帰波形の開始までの時間がヘルムホルツ周期と略同一に設定されていることを特徴とする請求項6または請求項7に記載のインクジェット式プリントヘッドの駆動装置。

【請求項9】 前記圧力発生素子は、圧電振動子であることを特徴とする請求項1～請求項8のいずれかに記載のインクジェット式プリントヘッドの駆動装置。

【請求項10】 複数のノズルのそれぞれに対応して設けられた圧力発生素子を作動させることにより、圧力発生室を膨縮させて前記各ノズルからインク滴を吐出させるインクジェット式プリントヘッドの駆動方法において、

第1のインク滴を吐出させるための第1の駆動パルスと前記第1のインク滴よりも少量の第2のインク滴を吐出させるための第2の駆動パルスと前記第1のインク滴と同量の第3のインク滴を吐出させるための第3の駆動パルスとを含んでなる駆動信号を駆動信号発生手段により発生させ、

前記各駆動パルスにそれぞれ対応して設けられたパルス選択信号により一印刷周期内で前記各駆動パルスのうちいずれか一つまたは複数の駆動パルスを選択可能に生成

(3)

3

された印字データをスイッチ手段に入力し、前記印字データに基づいてスイッチ手段を駆動することにより前記駆動信号を前記圧電振動子に対して入力させることを特徴とするインクジェット式プリントヘッドの駆動方法。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、同一のノズルから異なる大きさのインク滴を吐出することができるインクジェット式プリントヘッドの駆動装置及び駆動方法に関し、特に、一印刷周期中に複数のインク滴を吐出可能なインクジェット式プリントヘッドの駆動装置及び駆動方法に関する。

##### 【0002】

【従来の技術】インクジェット式のプリンタは、副走査方向（垂直方向）に多数のノズルを備えたプリントヘッドを有しており、このプリントヘッドをキャリッジ機構によって主走査方向（水平方向）に移動させ、所定の紙送りを行うことで所望の印刷結果を得るものである。ホストコンピュータから入力された印刷データを展開してなるドットパターンデータに基づいて、プリントヘッドの各ノズルからインク滴がそれぞれ所定のタイミングで吐出され、これらの各インク滴が記録紙等の印刷記憶媒体に着弾し付着することにより、印刷が行われる。このようにインクジェット式のプリンタは、インク滴を吐出するかしないか、つまりドットのオンオフ制御を行うものであるため、このままでは灰色等の中間階調を印刷出力することができない。

【0003】そこで、従来より、例えば、1つの画素を4×4、8×8等の複数のドットで表現することによって中間階調を実現する方法が採用されている。4×4のドットマトリクスで1つの画素を表現すれば、16階調（全白を含めると17階調）で濃淡を表すことができる。画素の分解能を上げれば、より細やかに階調表現を行うことができる。しかし、記録ドット径を変えずに階調を上げると実質的な解像度は低下する。また、記録紙上の記録ドット径が大きいと、低濃度領域の粒状性が目立つようになる。従って、インク滴の重量を少なくして記録ドット径を小さくする必要がある。

【0004】例えば、特開昭55-17589号公報等に記載されているように、インクを収容した圧力室を膨張させてから収縮させるという、いわゆる「引き打ち」を行うことによって、吐出するインク滴の重量を少なくし、記録ドット径を小さくすることが可能である。

【0005】記録ドット径が小さくなれば、低濃度領域での粒状性が目立たず印刷品質を高めることができるが、印刷速度が大幅に低下する。例えば、通常の記録ドット径の半分にした小径のドットを用いる場合は、通常の記録ドット径を用いた場合の4倍の印刷時間を要する。印刷速度の低下を防止するためには、インク滴を吐

4

出す駆動周波数を4倍に高めるか、あるいはノズル数を4倍に増やせばよいが、いずれも容易ではない。

【0006】そこで、同一のノズルから異なる重量のインク滴を吐出させ階調記憶を可能とする技術も提案されている（例えば、特公平4-15735号公報、米国特許第5,285,215号明細書）。かかる技術では、複数のパルス信号を加えることによって微少なインク滴を複数発生させ、記録紙上に着弾する前に、これら複数の微少インク滴を合体させて大きなインク滴を生成するようになっている。

##### 【0007】

【発明が解決しようとする課題】前記公報記載の従来技術によれば、微少なインク滴と大きなインク滴とを吐出可能であるが、記録紙着弾前にインク滴を合体させるのは難しい。また、記録紙に着弾する前に微少なインク滴を合体させる必要があるため、記録ドット径の可変範囲も狭いという問題がある。

【0008】本発明は、上記のような種々の課題に鑑みなされたものであり、その目的は、印刷速度を低下させることなく同一ノズルからインク重量の異なる複数のインク滴を吐出できるようにしたインクジェット式プリントヘッドの駆動装置及び駆動方法を提供することにある。また、本発明の更なる目的は、一印刷周期中に複数のインク滴を複数吐出可能なインクジェット式プリントヘッドの駆動装置及び駆動方法を提供することにある。

##### 【0009】

【課題を解決するための手段】上記目的達成のため、本発明に係るインクジェット式プリントヘッドの駆動装置では、一印刷周期毎に出力される駆動信号を複数の駆動パルスから構成し、各駆動パルスにそれぞれ対応したパルス選択信号を含んでなる印字データによって、各駆動パルスのうちいずれか一つまたは複数の駆動パルスを選択するようにしている。

【0010】即ち、請求項1に係る発明では、インク滴をそれぞれ吐出させるための複数の駆動パルスを含んでなる駆動信号を発生させる駆動信号発生手段と、前記各駆動パルスにそれぞれ対応したパルス選択信号を含んでなる印字データに基づいて、前記各駆動パルスのうちいずれか一つまたは複数の駆動パルスを圧力発生素子に対して一印刷周期内で選択的に入力させるスイッチ手段とを備えたことを特徴としている。

【0011】ある駆動パルスがパルス選択信号によって選択されると、この駆動パルスはスイッチ手段を介して圧力発生素子に入力される。そして、圧力発生素子は駆動パルスに応じた圧力変化を引き起こすため、この圧力変化に応じたインク量のインク滴が吐出される。従って、一の駆動パルスを選択すれば一印刷周期で一のインク滴が吐出され、複数の駆動パルスを選択すれば一印刷周期で複数のインク滴が吐出される。これにより、記録紙等の印刷記憶媒体上に着弾するインク量を調整して、

(4)

5

記録ドット径を可変に制御することができる。

【0012】また、請求項2に係る発明では、それぞれインク滴を吐出させるための第1の駆動パルスと第2の駆動パルスと第3の駆動パルスとを含んでなる駆動信号を発生させる駆動信号発生手段と、前記各駆動パルスにそれぞれ対応して設けられたパルス選択信号により、一印刷周期内で前記各駆動パルスのうちいずれか一つまたは複数の駆動パルスを選択可能な印字データを生成する印字データ生成手段と、前記印字データに基づいて、前記駆動信号を圧力発生素子に対して入力させるスイッチ

手段とを備え、前記駆動信号は、第1のインク滴を吐出させるための第1の駆動パルスと、前記第1のインク滴よりも少量の第2のインク滴を吐出させるための第2の駆動パルスと、前記第1のインク滴と同量の第3のインク滴を吐出させるための第3の駆動パルスとを含んで構成されていることを特徴としている。

【0013】これによれば、一印刷周期毎に出力される駆動信号は、同量のインク滴を吐出する第1の駆動パルス及び第3の駆動パルスと、少量のインク滴を吐出する第2の駆動パルスとの合計3つの駆動パルスから構成される。従って、これら第1、第2、第3のインク滴の組み合わせにより記録ドット径を可変に制御することができる。

【0014】即ち、請求項3に記載の発明のように、印字データは、前記駆動信号の各駆動パルスにそれぞれ対応したパルス選択信号を組み合わせたり、インク滴を吐出させない第1の階調値と、前記第2の駆動パルスのみを選択して前記第2のインク滴を吐出させる第2の階調値と、前記第1の駆動パルスまたは前記第3の駆動パルスのいずれかを選択して前記第1のインク滴または前記第3のインク滴のいずれかを吐出させる第3の階調値と、前記第1の駆動パルス及び第3の駆動パルスを選択して前記第1のインク滴及び第3のインク滴を吐出させる第4の階調値とが、選択可能に構成することができる。

【0015】これにより、第1の階調値では、インク滴が吐出されないため、記録紙上に記録ドットが形成されない。第2の階調値では、少量のインク滴のみが吐出されて記録紙に小径の記録ドットが形成される。第3の階調値では、より多量の第1または第3のインク滴のいずれかが記録紙に向けて吐出されるため、相対的に中程度の記録ドットが形成される。第4の階調値では、第1のインク滴と第3のインク滴の両方が吐出されるため、該各インク滴が記録紙に着弾して混じり合い、相対的に最も大径の記録ドットが形成される。

【0016】また、請求項4に係る発明のように、駆動信号は、インク滴が吐出しない程度に圧力発生素子を作動させる第4の駆動パルスを含み、印字データが選択可能な第1の階調値では該第4の駆動パルスのみを選択するようにしてもよい。

6

【0017】圧力発生素子をインク滴が吐出しない程度に作動させることにより、メニスカスを微振動させてインクの粘度増加を防止することができる。また、第1の階調値をとる際に第4の駆動パルスを圧力発生素子に入力することができるため、比較的頻繁にメニスカスを微振動させることができる。

【0018】請求項5に係る発明のように、第1の駆動パルスと第3の駆動パルスとの間の周期をプリントヘッドの最大駆動周期に設定するのが好ましい。

【0019】最も高濃度の第4の階調値を実現するための第1の駆動パルスと第3の駆動パルスとの時間周期をプリントヘッドの最大駆動周期に設定すれば、印刷速度が低下することがない。この場合は、第1の駆動パルスと第3の駆動パルスとの間に第2の駆動パルスを配置すればよい。

【0020】

【発明の実施の形態】以下、図面に基づいて本発明の実施の形態について詳細に説明する。

【0021】1. 第1の実施の形態

まず、図1は、本発明の第1の実施の形態が適用されるインクジェット式プリンタの機能ブロック図である。

【0022】1-1 全体構成

インクジェット式プリンタは、プリンタコントローラ1とプリントエンジン2とから構成されている。プリンタコントローラ1は、図外のホストコンピュータ等からの印刷データ等を受信するインターフェース（以下「I/F」という）3と、各種データの記憶等を行うRAM4と、各種データ処理のためのルーチン等を記憶したROM5と、CPU等からなる制御部6と、発振回路7と、後述のプリントヘッド10への駆動信号を発生させる「駆動信号発生手段」としての駆動信号発生回路8と、ドットパターンデータ（ビットマップデータ）に展開された印字データ及び駆動信号等をプリントエンジン2に送信するためのI/F9とを備えている。

【0023】I/F3は、例えばキャラクタコード、グラフィック関数、イメージデータのいずれか1つのデータまたは複数のデータからなる印刷データをホストコンピュータ等から受信する。また、I/F3は、ホストコンピュータに対してビジー信号（BUSY）やアクノレッジ信号（ACK）等を出力することができる。

【0024】RAM4は、受信バッファ4A、中間バッファ4B、出力バッファ4C及びワークメモリ（図示せず）等として利用されるものである。受信バッファ4Aには、I/F3が受信したホストコンピュータからの印刷データが一時的に記憶される。中間バッファ4Bには、制御部6によって中間コードに変換された中間コードデータが記憶される。出力バッファ4Cには、後述のように階調データをデコードした後のドットパターンデータが展開される。ROM5は、制御部6によって実行される各種制御ルーチンとフォントデータ及びグラフィ

7

ック関数、各種手続き等を記憶している。

【0025】制御部6は、受信バッファ4A内の印刷データを読み出して中間コードに変換し、この中間コードデータを中間バッファ4Bに記憶する。次に、制御部6は、中間バッファ4Bから読み出した中間コードデータを解析し、ROM5内のフォントデータ及びグラフィック関数等を参照して中間コードデータをドットパターンデータに展開する。この展開されたドットパターンデータは、必要な装飾処理が行われた後、出力バッファ4Cに記憶される。

【0026】プリントヘッド10の1行分に相当するドットパターンデータが得られると、この1行分のドットパターンデータは、I/F9を介してプリントヘッド10にシリアル伝送される。出力バッファ4Cから1行分のドットパターンデータが出力されると、中間バッファ4Bの内容が消去されて、次の中間コード変換が行われる。ここで、ドットパターンデータに展開された印字データは、後述するように、各ノズル毎の階調データとして例えば4ビット（あるいは3ビット）で構成されている。

【0027】プリントエンジン2は、プリントヘッド10と、紙送り機構（図中「紙送り」と略記）11と、キャリッジ機構（図中「キャリッジ」と略記）12とを備えている。紙送り機構11は、紙送りモータ及び紙送りローラ等からなり、記録紙等の印刷記憶媒体を順次送りだして副走査を行うものである。キャリッジ機構12は、プリントヘッド10を搭載するキャリッジと、該キャリッジをタイミングベルト等を介して走行させるキャリッジモータ等からなり、プリントヘッド10を主走査させるものである。

【0028】プリントヘッド10は、副走査方向に例えば64個等の多数のノズルを有し、所定のタイミングで各ノズルからインク滴を吐出させるものである。ドットパターンデータに展開された印字データは、発振回路7からのクロック信号（CK）に同期して、I/F9からシフトレジスタ13にシリアル伝送される。このシリアル伝送された印字データ（SI）は、一旦、ラッチ回路14によってラッチされる。ラッチされた印字データは、電圧増幅器であるレベルシフタ15によって、スイッチ回路16を駆動できる電圧、例えば数十ボルト程度の所定の電圧値まで昇圧される。所定の電圧値まで昇圧された印字データは、「スイッチ手段」としてのスイッチ回路16に与えられる。スイッチ回路16の入力側には、駆動信号発生回路8からの駆動信号（COM）が印加されており、スイッチ回路16の出力側には、「圧力発生素子」としての圧電振動子17が接続されている。

【0029】印字データは、スイッチ回路16の作動を制御する。例えば、スイッチ回路16に加わる印字データが「1」である期間中は、駆動信号が圧電振動子17に印加され、この駆動信号に応じて圧電振動子は伸縮を

8

行う。一方、スイッチ回路16に加わる印字データが「0」の期間中は、圧電振動子17への駆動信号の供給が遮断される。

【0030】1-2 プリントヘッドの具体的構成  
プリントヘッド10の構成を具体的に示したのが図2の回路図である。図1中のシフトレジスタ回路13、ラッチ回路14、レベルシフタ15、スイッチ回路16及び圧電振動子17は、それぞれプリントヘッド10の各ノズルに対応した素子13A~13N、14A~14N、15A~15N、16A~16N、17A~17Nから構成されている。印字データは、（1010）、（0100）等の如く、各ノズル毎に、最上位のビット3から最下位のビット0までの合計4ビットデータで構成されている。そして、全てのノズルについての各桁のビットデータが一印刷周期内にシフトレジスタ13A~13Nに入力される。

【0031】即ち、全ノズル分の最上位のビット3のデータがシフトレジスタ13A~13Nにシリアル転送された後、この全ノズル分のビット3のデータはラッチ素子14A~14Nによってラッチされる。このラッチにより、次に、全ノズル分のビット2のデータがシフトレジスタ13A~13Nに転送される。同様に、次いで全ノズル分のビット1のデータ、全ノズル分のビット0のデータが順次シリアル転送される。

【0032】そして、例えばアナログスイッチとして構成される各スイッチ素子16A~16Nに加わるビットデータが「1」の場合は、駆動信号（COM）が圧電振動子17A~17Nに直接印加され、各圧電振動子17A~17Nは駆動信号の信号波形に応じて変位する。逆に、各スイッチ素子16A~16Nに加わるビットデータが「0」の場合は、各圧電振動子17A~17Nへの駆動信号が遮断され、各圧電振動子17A~17Nは直前の電荷を保持する。

【0033】1-3 プリントヘッドの機械的構成の一例

図3は、プリントヘッド10の機械的構造の一例を示している。基板ユニット21は、ノズル穴22Aが形成されたノズルプレート22とアイランド部23Aが形成された振動板23とによって流路形成板24を挟持することにより、構成されている。流路形成板24には、インク室25、インク供給口26及び圧力発生室27が形成されている。

【0034】基台28には収容室29が形成されており、収容室29内には圧電振動子17（正確には圧電振動子17A~17Nのいずれか）が取り付けられている。圧電振動子17は、その先端が振動板23のアイランド部23Aに当接するように、固定基板30を介して固定されている。ここで、圧電振動子17には、例えば縦振動横効果のPZTが用いられ、充電されると収縮し、放電すると伸長するようになっている。圧電振動子

(5)

10

20

30

40

50



(6)

9

17への充放電はリード線31を介して行われる。

【0035】なお、圧電振動子17は、縦振動横効果のPZTに限らず、たわみ振動型のPZTでもよい。また、圧力発生素子としては、圧電振動子に限らず、例えば磁歪素子等の他の素子を用いてもよい。また、ヒータ等の熱源によってインクを加熱させ、加熱により生じた気泡によって圧力を変化させる構成でもよい。要するに、外部から与えられる信号に応じて、圧力発生室27内に圧力変動を生じさせる素子であれば用いることができる。

【0036】圧電振動子17を充電すると、圧電振動子17が収縮して圧力発生室27が膨張し、圧力発生室27内の圧力が低下してインク室25から圧力発生室27内にインクが流入する。圧電振動子17を放電させると、圧電振動子17が伸長して圧力発生室27が縮小し、圧力発生室27内の圧力が上昇して圧力発生室27内のインクがノズル穴22Aを介して外部に吐出される。なお、圧力発生室27の容積変化(圧力変化)とインク滴の吐出との関係は、さらに後述する。

【0037】1-4 各駆動パルスと階調表現の関係 次に、駆動信号と吐出されるインク滴及び階調表現方法について図4を参照しつつ説明する。図4には、駆動信号の波形と吐出されるインク滴の大小関係とが示されていると共に、駆動信号を用いた階調表現の方法が示されている。駆動信号発生回路8が発生させる駆動信号は、「第1の駆動パルス」としての第1パルスと、「第2の駆動パルス」としての第2パルスと、「第3の駆動パルス」としての第3パルスと、「第4の駆動パルス」としての第4パルスとの合計4つの駆動パルスから構成されている。

【0038】ここで、第1パルス及び第3パルスは、同一のパルス形状を有し、例えば約10ngの中程度のインク滴を吐出するためのものである。この第1パルス、第3パルスによって得られるドット径は、中程度の大きさになるため、これら第1パルス及び第3パルスを「中ドットパルス」として表現することもできる。第2パルスは、第1パルスと第3パルスとの間に位置しており、例えば約2ngの小さいインク滴を吐出させるためのものである。この第2パルスによって小さいドット径が得られるため、第2パルスを「小ドットパルス」として表現することもできる。第3パルスと第1パルスとの間に位置する第4パルスは、ノズル穴22A付近のインクを微振動させてインクの粘度の増加を防止するためのものであり、この第4パルスによってインク滴は吐出されない。第4パルスは「微振動パルス」として表現可能である。

【0039】1-5 各駆動パルスの詳細

次に、駆動信号を構成する各パルスについて、図4中に示す如く、各パルスの各部分に付したP11、P21等の符号を参照しつつ説明する。なお、中ドットを形成す

10

るための第1パルス及び第3パルスは同一形状なので、第1パルスのみを説明し、第3パルスの説明は省略する。

【0040】まず、第1パルスは、図4中に示すように、その電圧値が中間電位 $V_m$ からスタートし(P11)、中間電位 $V_m$ から所定の電圧勾配 $\theta_{CM}$ で「第1の最大電位」としての最大電位 $V_{PM}$ まで上昇し(P12)、最大電位 $V_{PM}$ を所定時間だけ維持する(P13)。次に、第1パルスの電圧値は、最大電位 $V_{PM}$ から所定の電圧勾配 $\theta_{DM}$ をもって最低電位 $V_L$ まで下降する(P14)。

【0041】ここで、充電時の電圧勾配 $\theta_{CM}$ よりも放電時の電圧勾配 $\theta_{DM}$ の方が大きくなるように設定されている。また、第1パルスの電圧値が最大電位 $V_{PM}$ から最低電位 $V_L$ まで低下するのに要する時間は、圧電振動子17の固有振動周期 $T_A$ と略同一に設定されている。なお、最低電位 $V_L$ は、圧電振動子17の分極反転を防止するために、グラウンドレベル(0V)と同じか、あるいはプラス電位であることが好ましい。

【0042】そして、第1パルスの電圧値は、最低電位 $V_L$ を所定時間だけ保持した後(P15)、再び中間電位 $V_m$ まで上昇する(P16)。ここで、最大電位 $V_{PM}$ からの電圧下降の開始から最低電位 $V_L$ の維持終了までの時間は、インクの固有周期(ヘルムホルツ周期)と略同一に設定されている。

【0043】第2パルスの電圧値は、第1パルスと同様に中間電位 $V_m$ からスタートし(P21)、所定の電圧勾配 $\theta_{CS}$ で「第2の最大電位」としての最大電位 $V_{PS}$ まで上昇する(P22)。この第2パルスの最大電位 $V_{PS}$ は、第1パルス及び第3パルスの最大電位 $V_{PM}$ よりも小さい。そして、第2パルスの電圧値は、最大電位 $V_{PS}$ を所定時間だけ維持した後(P23)、所定の電圧勾配 $\theta_{DS}$ をもって中間電位 $V_m$ まで下降する(P24)。なお、第2パルスでは、充電時の電圧勾配 $\theta_{CS}$ の方が放電時の電圧勾配 $\theta_{DS}$ よりも大きくなるように設定されている。

【0044】第3パルスは第1パルスと同一なので説明は省略するが、第1パルスと第3パルスとの間の時間周期は、印刷周期の半分となっている。即ち、後述のように記録紙上に大ドットを形成すべく第1パルス及び第3パルスを選択した場合に、中ドット相当のインク滴が時間的に等間隔で吐出されるようになっている。具体的には、例えば印刷周期を14.4kHzとすると、中ドット相当のインク滴の吐出周期は28.8kHzに設定される。また、第1パルスと第3パルスとの間の時間は、プリントヘッド10の最大駆動周期に設定されている。

【0045】第4パルスの電圧も、第1～第3パルスと同様に、中間電位 $V_m$ からスタートして(P41)、例えば「第3の最大電位」として表現可能な最大電位 $V_{PN}$ まで上昇する(P42)。そして、この最大電位 $V_{PN}$

(7)

11

Nを所定時間維持した後(P43)、中間電位Vmまで下降する。ここで、第4パルスはインク滴を吐出しない程度の微振動を与えるものであるから、第4パルスの最大電位VPNは、第2パルスの最大電位VPSよりも小さい。また、第4パルスの充電時の電圧勾配と放電時の電圧勾配とは略等しい。

【0046】なお、図4中、P12が「第1の電圧上昇波形」、P13が「第1の最大電位維持波形」、P14が「第1の電圧下降波形」、P15が「最低電位維持波形」、P16が「中間電位復帰波形」にそれぞれ対応する。また、P22が「第2の電圧上昇波形」、P23が「第2の最大電位維持波形」、P24が「第2の電圧下降波形」にそれぞれ対応する。

【0047】次に、駆動信号の各パルス単独によるノズル穴22A付近のインクの変化状態を図5～図7を参照しつつ説明する。まず、図5は、第1パルスまたは第3パルスによるインクの変化状態を示している。

【0048】中間電位VmにあるP11の状態では、メニスカス40はノズル穴22の吐出面から若干引き込まれた位置にある。次に、中間電位Vmから最大電位VPMに上昇するP12の状態では、圧電振動子17が収縮して圧力発生室27が膨張し、メニスカス40がノズル穴22A内に引き込まれる。このとき、圧力発生室27は、圧電振動子17の収縮速度に応じた速度で膨張する。P13の状態では、一旦引き込まれたメニスカス40が引き込まれる直前の位置に復帰しない程度の時間だけ、最大電位VPMを保持する。

【0049】P14の状態では、メニスカス40をノズル穴22Aの奥に引き込んだ状態で、圧電振動子17を最大電位VPMから最低電位VLまで急速に放電させる。これにより、圧電振動子17が伸長して圧力発生室27が収縮し、メニスカス40がノズル穴22Aの吐出面から突出しはじめる。このとき、圧力発生室27は、圧電振動子17の伸長速度に応じた速度で収縮する。最低電位VLを維持するP15の状態でも、慣性によりメニスカス40の突出が続く。そして、P16の状態では、メニスカス40が突出した状態で圧電振動子17を再び中間電位Vmまで充電する。これにより、圧電振動子17が収縮して圧力発生室27が膨張し、ノズル穴22Aから外部に突出したインクが引きちぎれて、中ドットに相当する量のインク滴が吐出される。

【0050】図6には、第2パルスを単独で圧電振動子17に印加した場合のインクの変動状態が示されている。中間電位VmにあるP21の状態では、メニスカス40はノズル穴22Aの吐出面から若干引き込んだ位置にある。次に、中間電位Vmから最大電位VPSまで昇圧させると、圧電振動子17が収縮して圧力発生室27が膨張するため、メニスカス40はノズル穴22A内に引き込まれる。P23の状態では、メニスカス40が元の位置に復帰しない程度の短時間だけ最大電位VPSを保

12

持する。従って、メニスカス40は、ノズル穴22A内に引き込まれたままである。また、第2パルスの最大電位VPSは、前記第1パルスの最大電位VPMよりも低いいため、インク室25から圧力発生室27内に流入するインク量は第1パルスの場合よりも少ない。

【0051】最大電位VPSから中間電位Vmまで圧電振動子17を放電させるP24の状態では、圧電振動子17が伸長して圧力発生室27が収縮する。これにより、圧力発生室27内に正圧が生じ、メニスカス40はノズル穴22Aの外部に向けて押し出される(P24aの状態)。そして、ノズル穴22Aから微少なインク滴が吐出される(P24bの状態)。つまり、最大電位VPSを小さくすることにより圧力発生室27内に流入させるインク量を少なくし、かつ、メニスカス40を引き込んだ状態で弱い正圧方向の圧力変化を発生させるため、例えば、第1パルスによるインク滴の約1/5程度の微少なインク滴が吐出される。

【0052】図7には、第4パルスを単独で圧電振動子17に印加した場合のインクの変動状態が示されている。まず、中間電位VmにあるP41の状態では、前記P11、P21の状態と同様に、メニスカス40はノズル穴22Aから若干引き込んだ位置にある。次に、中間電位Vmから最大電位VPNまで圧電振動子17を充電すると、圧電振動子17が収縮して圧力発生室27が膨張するため、メニスカス40がノズル穴22A内に引き込まれる。しかし、最大電位VPNは小さいため、メニスカスの引き込み量は僅かである。最大電位VPNを短時間だけ保持するP43の状態では、メニスカス40はノズル穴22内に少しだけ引き込まれた状態を維持している。そして、最大電位VPNから中間電位Vmまで圧電振動子17を放電させるP44の状態では、圧力発生室27が収縮するため、メニスカス40はノズル穴22Aの吐出面に向けて押し戻される。

【0053】このように、第4パルスは、浅い充放電を行うため、圧力発生室27内の圧力変化が少なく、ノズル穴22Aからインク滴を吐出させずにメニスカス40を微振動させることができる。これにより、インクの粘度増大等を防止することができる。なお、プリントヘッド10がホームポジションにある場合等の限定された状態のときに微振動を与えたり、ノズル穴22Aをキャップで覆ったりすること等によってもノズル穴22Aの詰まりを防止することができる。従って、第4パルスは必ずしも必要ではなく、省略することも可能である。

【0054】1-6 印字データの転送タイミング  
次に、第1パルス(中ドット)、第2パルス(小ドット)、第3パルス(中ドット)、第4パルス(微振動)を一または複数選択して多階調表現する方法を、図4等を参照しつつ考える。

【0055】上述したように、シフトレジスタ13からラッチ回路14等を経てスイッチ回路16に加わる印字

(8)

13

データのビットが「1」の期間中には、駆動信号が圧電振動子17に印加され、圧電振動子17は駆動信号の波形に応じて伸縮する。一方、印字データのビットが

「0」の期間中には、圧電振動子17への駆動信号の供給が遮断され、圧電振動子17は直前の状態を保持する。従って、印字データのビットを第1～第4パルスの発生タイミングに同期させれば、第1～第4パルスのうちいずれか1つあるいは複数のパルスを選択することができる。

【0056】例えば、ドットを形成しない無ドットの場合（階調値1）、小ドットのみ形成する場合（階調値2）、1個の中ドットのみを形成する場合（階調値3）、2個の中ドットで大ドットを形成する場合（階調値4）の4パターンで記録紙上に記録ドットを形成すれば、4段階のドット階調を行うことができる。なお、4階調の場合、階調値1を（00）、階調値2を（01）、階調値3を（10）、階調値4を（11）のように、各階調値を2ビットデータで表すことができる。

【0057】インク滴を吐出しない無ドットの階調値1の場合は、微振動を発生させるだけの第4パルスを圧電振動子17に供給すればよい。従って、階調値1の場合は、スイッチ回路16に対して、第1～第3パルスの発生期間中は「0」を印加する一方、第4パルスの発生と同期させて「1」を印加すれば、第4パルスのみを圧電振動子17に加えることができる。つまり、階調値1を示す2ビットのデータ（00）を4ビットデータ（0001）に翻訳（デコード）することにより、インク滴を吐出しない第4パルスのみを圧電振動子17に印加することができ、無ドットの階調値1を実現することができる。

【0058】同様に、スイッチ回路16に対して、第1パルス、第3パルス及び第4パルスの期間中に「0」を与え、第2パルスに同期させて「1」を印加すれば、つまり、4ビットデータ（0100）を所定のタイミングでスイッチ回路16に与えれば、第2パルスのみが圧電振動子17に供給され、これにより、小ドット相当のインク滴を記録紙に着弾させて階調値2を実現することができる。

【0059】同様に、4ビットデータ（1000）をスイッチ回路16に与えれば、第1パルスのみが圧電振動子17に印加され、これにより、記録紙に中ドットが1個形成されて階調値3が実現される。

【0060】同様に、4ビットデータ（1010）をスイッチ回路16に与えれば、中ドットを形成する第1パルス及び第3パルスのみが圧電振動子17に供給される。これにより、記録紙上に中ドット相当のインク滴が続けて2発着弾し、各インク滴が混じり合って実質的に1つの大ドットが形成される。

【0061】上述のように、各駆動パルス毎に1ビットのデータを割り当てて印字データを構成すれば、各ビッ

14

トの値によって所望の駆動パルスのみを選択することができる。この各駆動パルスそれぞれに割り当てられる1ビットのデータが「パルス選択信号」に該当する。また、印字データの生成は「印字データ生成手段」としての制御部6が行い、生成された印字データは出力バッファ4Cに記憶される。なお、第4パルスを省略する場合は、無ドットの階調値1を（000）、小ドットのみを階調値2を（010）、中ドットのみを階調値3を（100）、中ドット2発による大ドットの階調値4を（101）のように、3ビットのデータをスイッチ回路16に与えればよい。

【0062】次に、4ビットの印字データをスイッチ回路16等に与える具体的構成について、図8の波形図を参照しつつ説明する。

【0063】まず、各ノズルについての2ビットの階調値（b1, b0）は、上述した4ビットの印字データ（D1, D2, D3, D4）に翻訳された状態で出力バッファ4Cに記憶されている。ここで、D1は第1パルスの選択信号、D2は第2パルスの選択信号、D3は第3パルスの選択信号、D4は第4パルスの選択信号である。この4ビットの印字データは、一印刷周期内にプリントヘッド10の各ノズルに対応したスイッチ回路16に与えられる。

【0064】ここで、プリントヘッド10のノズル数をn個とし、副走査方向のある位置における1番目のノズルの印字データを（D11, D21, D31, D41）、2番目のノズルの印字データを（D12, D22, D32, D42）のように表した場合、シフトレジスタ13には、全ノズルについての第1パルス選択信号D1のデータ（D11, D12, D13, . . . , D1n）がクロック信号に同期してシリアル入力される。同様に、全ノズルについての第2パルス選択信号D2のデータ（D21, D22, D23, . . . , D2n）、全ノズルについての第3パルス選択信号D3のデータ（D31, D32, D33, . . . , D3n）、全ノズルについての第4パルス選択信号D4のデータ（D41, D42, D43, . . . , D4n）が、一印刷周期内でシフトレジスタ13に転送される。

【0065】より具体的には、目的とする駆動パルスが発生する前に、当該駆動パルスを選択する印字データがシフトレジスタ13に転送される。そして、目的とするパルスの発生に同期させて、シフトレジスタ13が記憶した印字データをラッチ回路14に転送して記憶させる。ラッチ回路14に移された印字データは、レベルシフタ15により所定電圧に昇圧されてからスイッチ回路16に入力される。

【0066】例えば、図8に示す如く、第1パルスを選択するD1のデータは、第1パルスの直前の第4パルス発生期間内にシフトレジスタ13に転送されている。そして、第1パルスの発生に合わせてラッチ信号が出力さ

50

(9)

15

れ、このラッチ信号により、シフトレジスタ13が記憶したD1の印字データは、パラレル信号に変換されてラッチ回路14に転送される。このラッチ回路14に転送されたD1の印字データは、レベルシフト15によって所定の電圧値に昇圧された後、スイッチ回路16に供給される。これにより、ノズルに与えられたD1の値が「1」の場合は、第1パルスに従って圧電振動子17が伸縮するため、該ノズルから中ドット相当のインク滴が吐出され、このインク滴が記録紙に着弾して中ドットの記録ドットが形成される。一方、与えられたD1の値が「0」であるノズルは、第1パルスが圧電振動子17に印加されないため、インク滴を吐出しない。同様にし

て、D2のデータ、D3のデータ、D4のデータは、それぞれ目的とする駆動パルスが発生する直前の期間内にシフトレジスタ13に転送される。

【0067】図9は、各駆動パルスの組み合わせにより得られるパターンを示している。上述したように、4ビットの印字データ(0100)を与えれば小ドットが、(1000)を与えれば中ドットが、(1010)を与えれば中ドット2発による大ドットが、(0000)を与えれば微振動のみの無ドットが得られる。

【0068】また、図9中の最下段に示すように、印字データ(0110)を与えれば、小ドット相当のインク滴と中ドット相当のインク滴とを続けて記録紙に着弾させることができる。この場合は、記録紙上で小ドット相当のインク滴と中ドット相当のインク滴とが混じり合っ

て、中ドットと大ドットの略中間の大きさの記録ドットを得ることが可能である。ここで、注目すべきは、最初に小ドット相当のインク滴を吐出し、次に中ドット相当のインク滴を吐出している点である。これとは逆に、最初に中ドット相当のインク滴を吐出し、次に小ドット相当のインク滴を吐出する構成の場合、つまり、印字データ(1100)を与えて第1パルス及び第2パルスを選択する場合を考える。この場合は、先に吐出された中ドット相当のインク滴を圧力発生室27内に補充するための時間及びインク滴吐出後のメニスカスの残留振動が静定するまでの時間がかかる。従って、インク滴を安定的に吐出するのが難しい。しかし、本実施の形態では、まず最初に小ドット相当のインク滴を吐出し、次に中ドット相当のインク滴を吐出するため、インクの補充時間が短く、メニスカスの残留振動も速やかに静定する。従って、一印刷周期内に重量の異なる2つのインク滴を吐出することができる。

【0069】本実施の形態によれば、複数の駆動パルスによって基本波形たる駆動波形を形成し、各駆動パルスに対応したビットデータからなる印字データをスイッチ回路16に与える構成のため、一印刷周期内で、各ノズルから一つまたは複数のインク滴をそれぞれ吐出させることができる。従って、記録紙上における各記録ドット毎に多階調の表現を行うことができ、印刷速度を低下さ

16

せることなく高品位の印刷を実現することができる。

【0070】具体的には、中ドット相当のインク滴を吐出させる第1パルス及び第3パルスと小ドット相当のインク滴を吐出させる第2パルスとを含んで駆動信号を形成するため、インク滴を吐出しない「第1の階調値」としての階調値1、小ドット相当のインク滴を吐出させる「第2の階調値」としての階調値2、中ドット相当のインク滴を吐出させる「第3の階調値」としての階調値3及び中ドット相当のインク滴を2つ吐出させる「第4の階調値」としての階調4、の合計4段階の階調表現を各ノズル毎に行うことができる。

【0071】また、第1パルスと第3パルスとの間の時間は、プリントヘッド10の最大駆動周期に設定されているため、印刷速度を低下させることなく中ドットを連続して吐出させることができる。なお、第4パルスを省略する場合は、第4パルスの時間だけ中間電位Vmを保持すればよい。

## 【0072】2. 第2の実施の形態

次に、図10及び図11に基づいて本発明の第2の実施の形態を説明する。なお、以下の各実施の形態では、上述した第1の実施の形態と同一の構成要素に同一の符号を付し、その説明を省略するものとする。

【0073】図10に示された本実施の形態の駆動信号も、第1の実施の形態の駆動信号と同様に、中ドット相当のインク滴を吐出させる第1パルス及び第3パルスと、小ドット相当のインク滴を吐出させる第2パルスと、メニスカスを微振動させる第4パルスとから構成されている。しかし、本実施の形態では、中間電位Vmに替わってベース電位VBが電圧変化の基準になっており、各駆動パルスは台形状に形成されている。

【0074】第1パルスは、例えばグラウンドレベルのベース電位VBから始まり(P11)、次に、最大電位VPMまで所定の電圧勾配 $\theta$ CMで上昇する(P12)。そして、この最大電位VPMを所定時間だけ維持した後(P13)、ベース電位VBまで所定の電圧勾配 $\theta$ DMで低下し(P14)、このベース電位VBを維持する(P15)。ここで、放電時の電圧勾配 $\theta$ DMは、充電時の電圧勾配 $\theta$ CMよりも大きい。また、最大電位VPMを保持する時間は、メニスカスが直前の状態に戻らない程度の短時間に設定されている。

【0075】第2パルスは、ベース電位VBから所定の電圧勾配 $\theta$ CSをもって最大電位VPSまで上昇し(P21)、最大電位VPSをメニスカスが直前の位置に復帰しない程度の短時間だけ維持する(P22)。そして、最大電位VPSから所定の電圧勾配 $\theta$ DSでベース電位VBまで低下する。ここで、充電時の電圧勾配 $\theta$ CSの方が放電時の電圧勾配 $\theta$ DSよりも大きい。

【0076】第3パルスは第1パルスと同形状なので説明を省略する。なお、第1パルスと第3パルスとの間の時間は、プリントヘッド10の最大駆動周期に設定され

(10)

17

ている。

【0077】微振動を与える第4パルスは、ベース電位VBから最大電位VPNまで上昇し(P41)、最大電位VPNを短時間だけ保持した後(P42)、ベース電位VBまで低下する(P43)。

【0078】図11は、本実施の形態によるインク滴の吐出パターンを示している。第1の実施の形態で述べたと同様に、第2パルスのみを選択すれば記録紙上に小径の記録ドットが形成され(印字データ(0100))、第1パルスのみを選択すれば中程度の記録ドットが形成される(印字データ(1000))。また、第1パルス及び第3パルスを選択すれば、中ドット相当のインク滴が記録紙上に2発着弾して大径の記録ドットが形成され(印字データ(1010))、第4パルスのみを選択すればメニスカスに微振動が与えられる(印字データ(0001))。さらに、印字データ(0110)をスイッチ回路16に与えれば、第2パルス及び第3パルスを選択して、小ドット相当のインク滴と中ドット相当のインク滴とを記録紙上に2発着弾させることができ、これにより、中ドットと大ドットとの中間の大きさの記録ドットを得ることができる。

【0079】このように構成される本実施の形態でも、複数の駆動パルスから基本波形としての駆動信号を形成し、印字データによっていずれか一つの駆動パルスまたは複数の駆動パルスを選択可能に構成しているため、第1の実施の形態と同様に、印刷速度の低下を招くことなく高品位の多階調印刷を実現することができる。

【0080】なお、本実施の形態は、例えば以下のように表現することができる。「第1の駆動パルス及び第3の駆動パルスは、ベース電位VBから第1の最大電位VPMまで上昇する第1の電圧上昇波形(P12, P32)と、前記第1の最大電位VPMを維持する第1の最大電位維持波形(P13, P33)と、前記第1の最大電位VPMから前記ベース電位VBまで下降する第1の電圧下降波形(P14, P34)とを有して構成され、第2の駆動パルスは、ベース電位VBから前記第1の最大電位VPMよりも小さい第2の最大電位VPSまで上昇する第2の電圧上昇波形(P21)と、前記第2の最大電位VPSを維持する第2の最大電位維持波形(P22)と、前記第2の最大電位VPSから前記ベース電位VBまで下降する第2の電圧下降波形(P23)とを有して構成されていることを特徴とする請求項2～請求項5に記載のインクジェット式プリントヘッドの駆動装置」。

【0081】3. 第3の実施の形態

次に、図12及び図13に基づいて本発明の第3の実施の形態を説明する。

【0082】図12の波形図に示すように、本実施の形態による駆動信号も、中ドット相当のインク滴を吐出させる第1パルス及び第3パルスと、小ドット相当のイン

18

ク滴を吐出させる第2パルスと、メニスカスに微振動を与えるための第4パルスとを含んで構成されている。

【0083】各パルスの形状について説明する。まず、第1パルスは、中間電位Vmから始まり(P11)、次に、中間電位Vmから第1の最低電位VLMまで所定の電圧勾配θDMで下降する(P12)。そして、この第1の最低電位VLMをメニスカスが直前の位置に復帰しない程度の短時間だけ維持した後(P13)、中間電位Vmまで所定の電圧勾配θCMで上昇し(P14)、この中間電位Vmを維持する(P15)。ここで、放電時の電圧勾配θDMは、充電時の電圧勾配θCMよりも大きい。第3パルスは第1パルスと同一形状であり、第1パルスと第3パルスとの間の時間はプリントヘッド10の最大駆動周期に設定されている。

【0084】第2パルスは、中間電位Vmから所定の電圧勾配θCSをもって最大電位VPSまで上昇し(P21)、最大電位VPSをメニスカスが直前の位置に復帰しない程度の短時間だけ維持する(P22)。そして、最大電位VPSから所定の電圧勾配θDSで中間電位Vmまで低下する。ここで、充電時の電圧勾配θCSの方が放電時の電圧勾配θDSよりも大きい。

【0085】第4パルスは、中間電位Vmから第2の最低電位VLNまで下降し(P41)、この最低電位VLNを短時間だけ保持した後(P42)、中間電位Vmに復帰する(P43)。

【0086】図13は、本実施の形態によるインク滴の吐出パターンである。前記各実施の形態で述べたと同様に、第2パルスのみを選択、第1パルスのみを選択、第1パルス及び第3パルスの選択、第4パルスのみを選択、第2パルス及び第3パルスの選択によって、それぞれ小径の記録ドット、中程度の記録ドット、大ドット、微振動、中ドットと大ドットとの中間の記録ドットを得ることができる。

【0087】このように構成される本実施の形態でも、上述した各実施の形態と同様の効果を得ることができる。なお、本実施の形態は、例えば以下のように表現することができる。「第1の駆動パルス及び第3の駆動パルスは、中間電位Vmから第1の最低電位VLMまで下降する第1の電圧下降波形(P12, P32)と、前記第1の最低電位VLMを維持する第1の最低電位維持波形(P13, P33)と、前記第1の最低電位VLMから前記中間電位Vmに復帰する第1の中間電位復帰波形(P14, P34)とを有して構成され、第2の駆動パルスは、中間電位Vmから最大電位VPSまで上昇する電圧上昇波形(P21)と、前記最大電位VPSを維持する最大電位維持波形(P22)と、前記最大電位VPSから前記中間電位Vmまで下降する第2の電圧下降波形(P23)とを有して構成されていることを特徴とする請求項2～請求項5に記載のインクジェット式プリントヘッドの駆動装置」。

(11)

19

【0088】なお、当業者であれば、各実施の形態に記載された本発明の要旨の範囲内で種々の追加、変更等が可能である。例えば、2ビットの階調データから4ビットの印字データへの変換をデコード回路によって行ってもよい。

【0089】

【発明の効果】以上説明した通り、本発明に係るインクジェット式プリントヘッドの駆動装置及び駆動方法によれば、駆動信号を形成する複数の駆動パルスで印字データによって選択可能な構成としたため、同一のノズルから重量の異なるインク滴を吐出できると共に、一印刷周期内で複数のインク滴を吐出することができる。従って、記録紙上の記録ドット径を可変に調整して高品位の多階調画像を高速に印刷することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態が適用されるインクジェット式プリンタの全体構成を示す構成説明図。

【図2】プリントヘッド駆動回路の要部を示す回路図。

【図3】プリントヘッドの機械的構造を示す構成説明図。

【図4】本発明の第1の実施の形態に用いられる駆動信号と階調値等との関係を示す説明図。

【図5】第1の駆動パルスまたは第3の駆動パルスを単独で圧電振動子に印加した場合のメニスカスの挙動を示す説明図。

【図6】第2の駆動パルスを単独で圧電振動子に印加した場合のメニスカスの挙動を示す説明図。

20

【図7】第4の駆動パルスを単独で圧電振動子に印加した場合のメニスカスの挙動を示す説明図。

【図8】駆動信号の各駆動パルスと印字データの転送タイミング等との関係を示すタイムチャート。

【図9】駆動パルスの選択パターンを示すタイムチャート。

【図10】本発明の第2の実施の形態に用いられる駆動信号の各駆動パルスと印字データ等との関係を示すタイムチャート。

【図11】駆動パルスの選択パターンを示すタイムチャート。

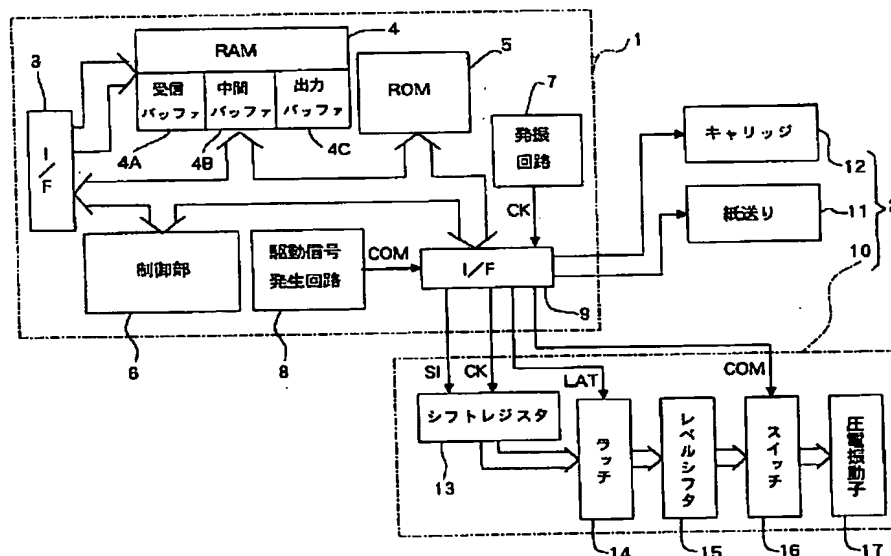
【図12】本発明の第3の実施の形態に用いられる駆動信号の各駆動パルスと印字データ等との関係を示すタイムチャート。

【図13】駆動パルスの選択パターンを示すタイムチャート。

【符号の説明】

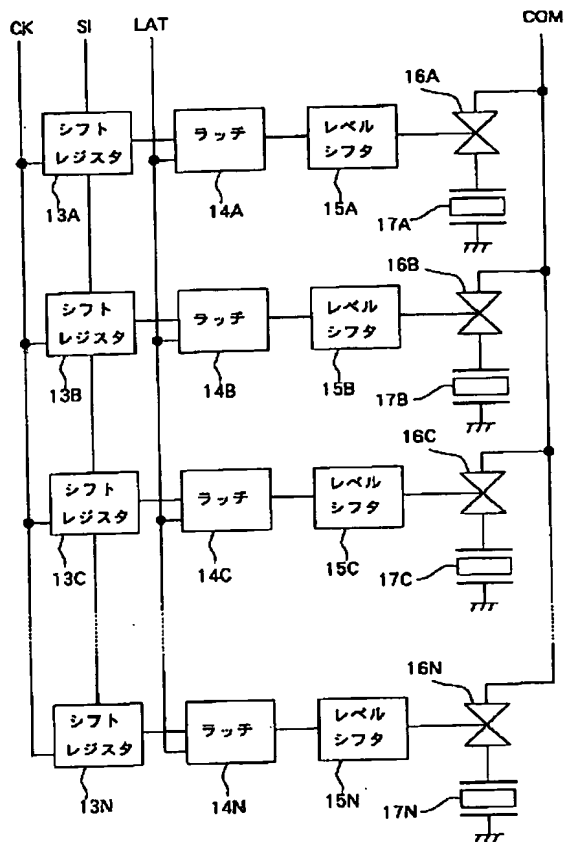
- 1 プリンタコントローラ
- 2 プリントエンジン
- 6 制御部
- 8 駆動信号発生回路
- 10 プリントヘッド
- 16 スイッチ回路
- 17 圧電振動子
- 22A ノズル穴
- 27 圧力発生室

【図1】

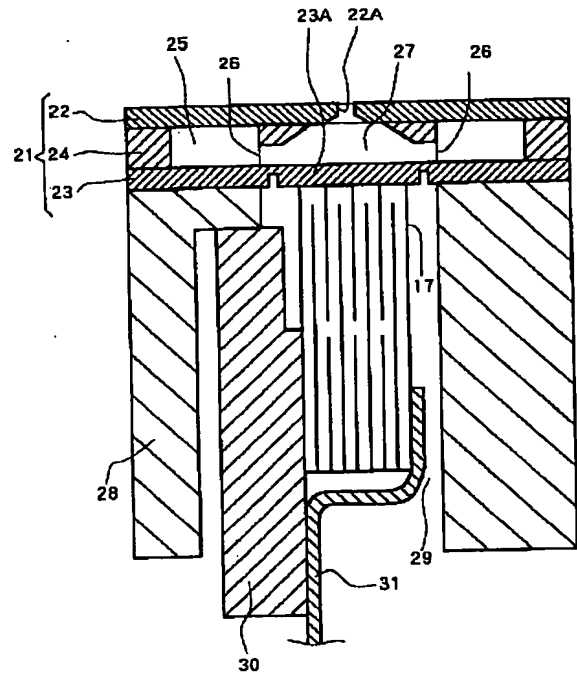


(12)

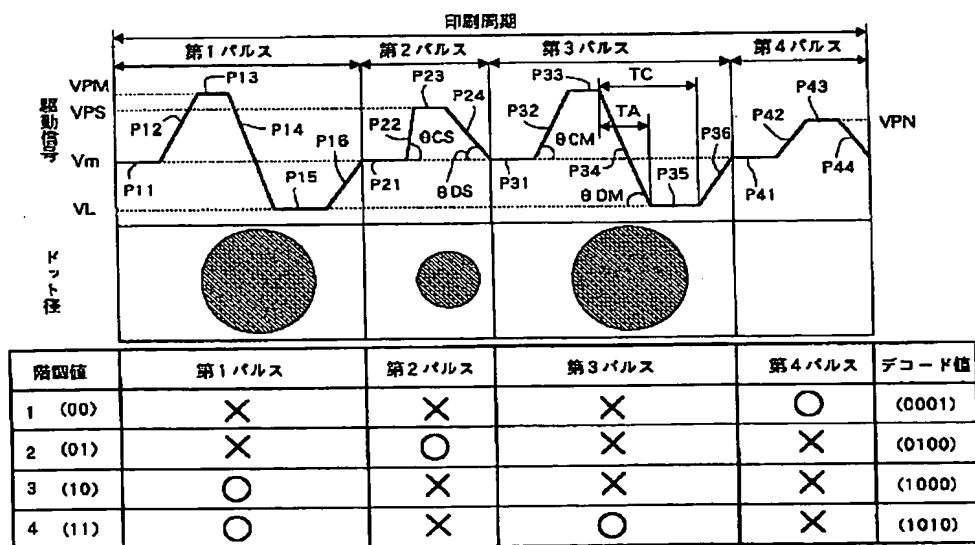
【図2】



【図3】

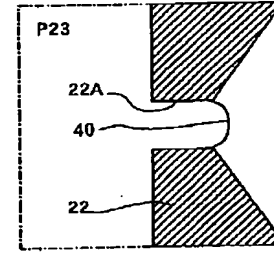
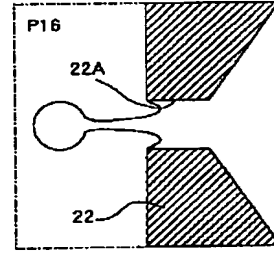
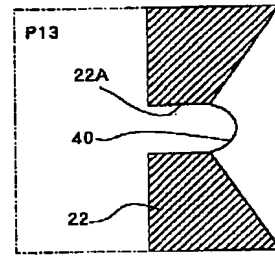
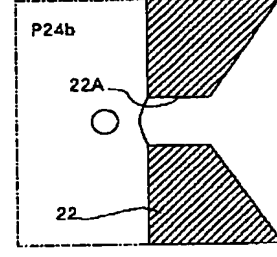
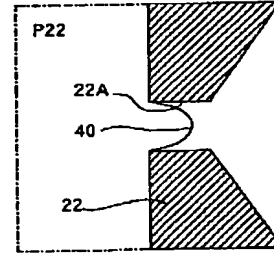
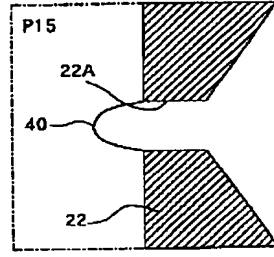
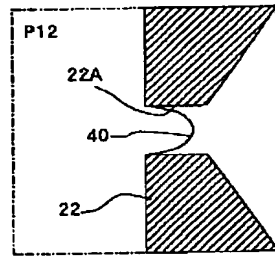
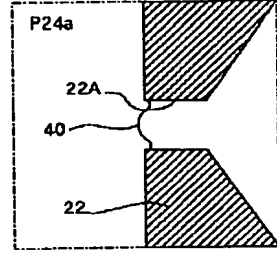
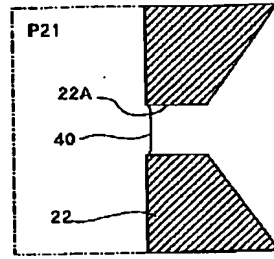
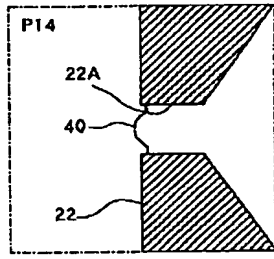
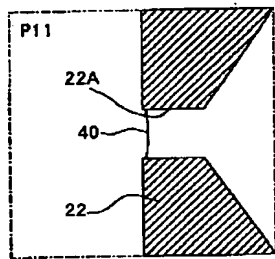


【図4】

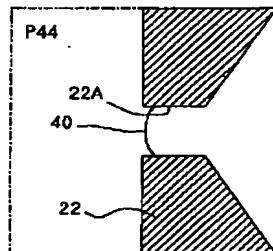
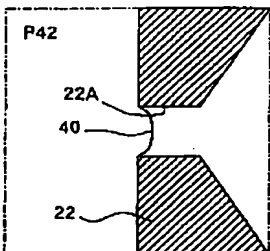
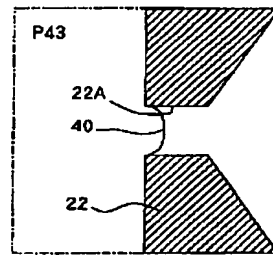
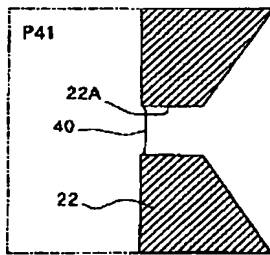


(13)

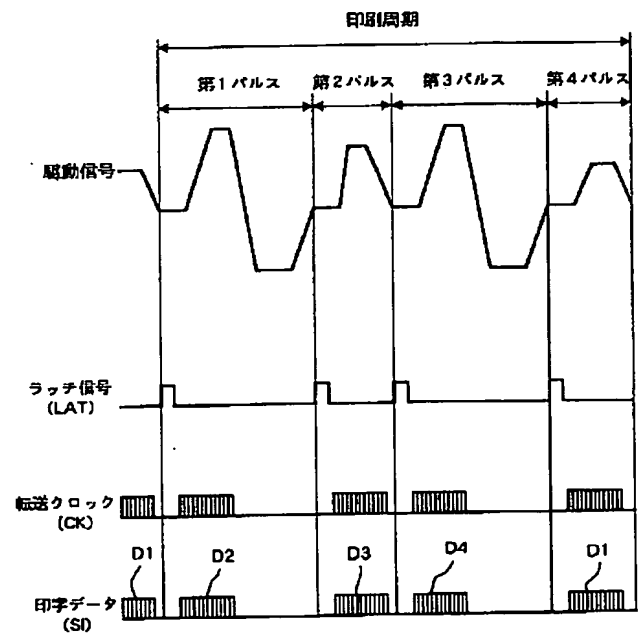
【図5】



【図7】



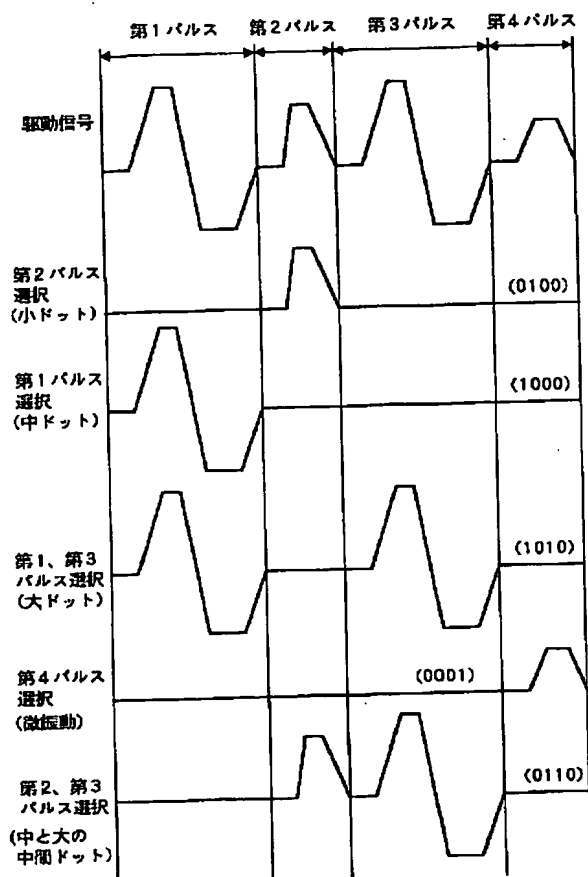
【図8】



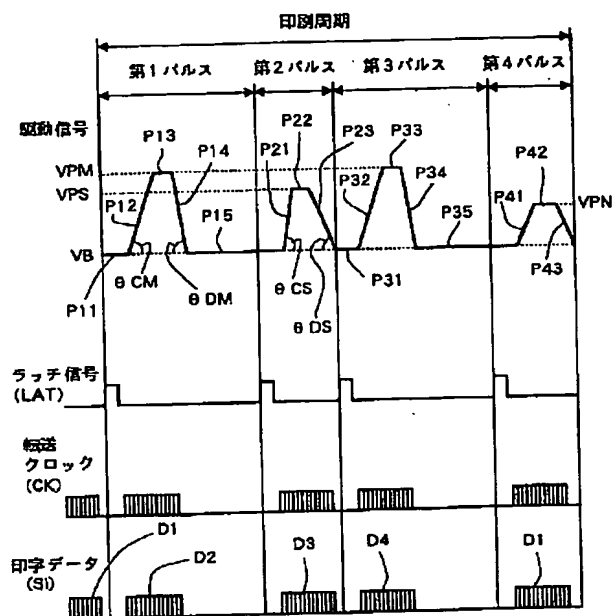


(14)

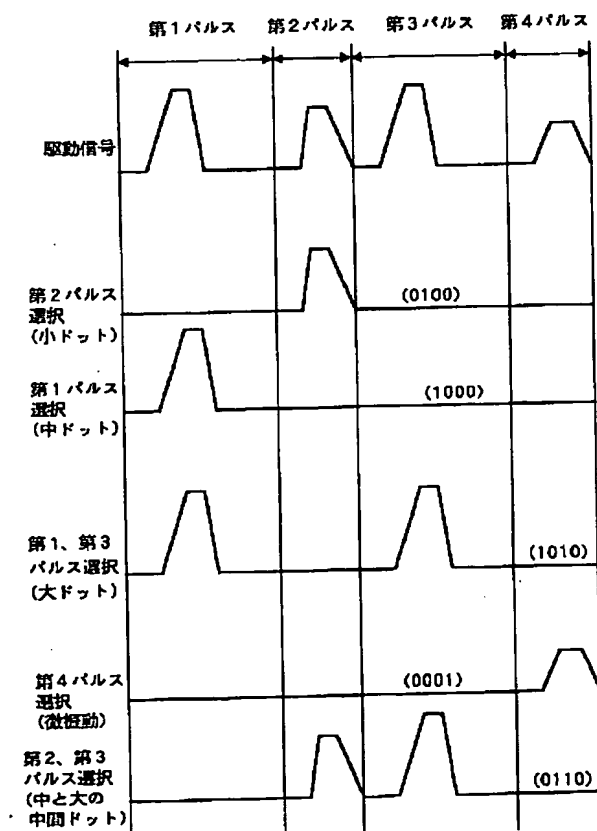
【図9】



【図10】

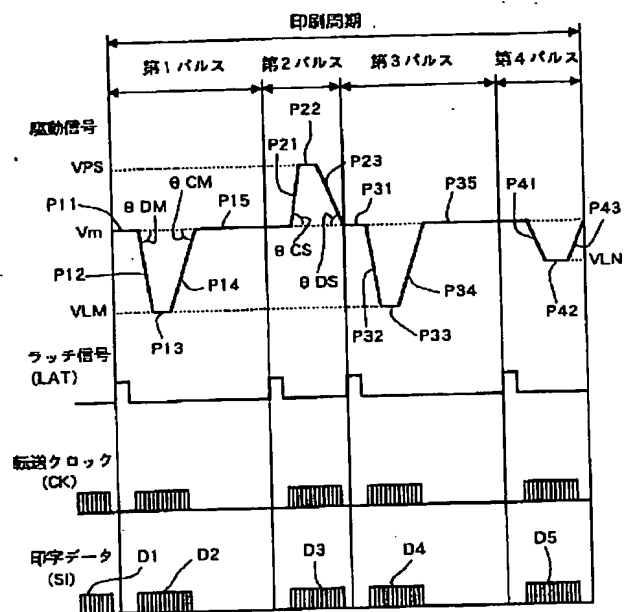


【図11】

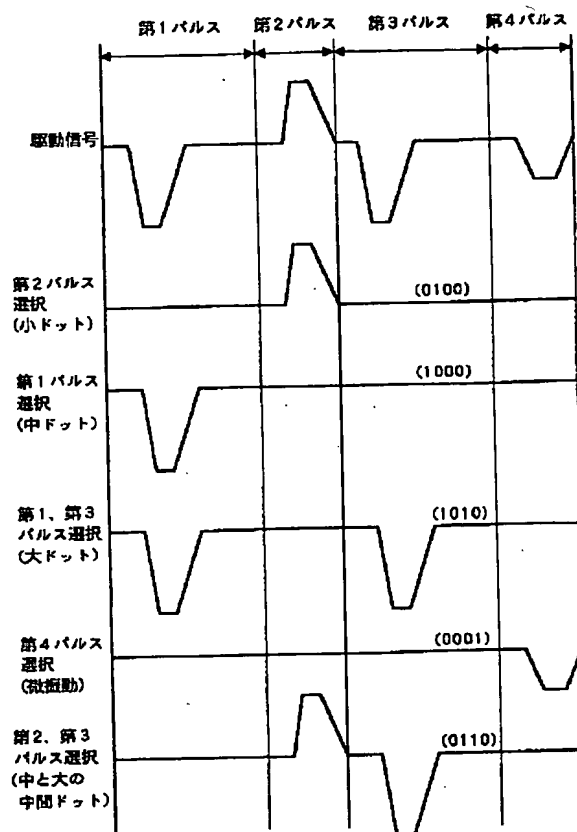


(15)

【図12】



【図13】



특허청

2005. 10. 28  
기계금속건설심사국  
정밀기계심사담당관실

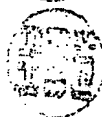
심사관

김태수



심사관

표승준



<< 안내 >>

명세서 또는 도면 등의 보정서를 전자문서로 제출할 경우 매건 3,000원, 서면으로 제출할 경우 매건 13,000원의 보정료를 납부하여야 합니다.

보정료는 접수번호를 부여받아 이를 납부자번호로 "특허법 실용신안법 디자인보호법및상표법에 의한 특허료 등록료와 수수료의 징수규칙" 별지 제1호서식에 기재하여, 접수번호를 부여받은 날의 다음 날까지 납부하여야 합니다. 다만, 납부일이 공휴일(토요일휴무일을 포함한다)에 해당하는 경우에는 그날 이후의 첫 번째 근무일까지 납부하여야 합니다.

보정료는 국고수납은행(대부분의 시중은행)에 납부하거나, 인터넷지로([www.giro.go.kr](http://www.giro.go.kr))로 납부할 수 있습니다. 다만, 보정서를 우편으로 제출하는 경우에는 보정료에 상응하는 통상환을 동봉하여 제출하시면 특허청에서 납부해드립니다.

문의사항이 있으시면 ☎042)481-8284로 문의하시기 바랍니다.

서식 또는 절차에 대하여는 특허고객 콜센터(☎1544-8080)로 문의하시기 바랍니다.